ISSN 0181-1576

CRYPTOGAMIE

BRYOLOGIE LICHENOLOGIE

TOME 4 Fascicule 4 1983

LABORATOIRE DE CRYPTOGAMIE
MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
12 RUE DE BUFFON, 75005 PARIS



PUBLICATION TRIMESTRIELLE SUBVENTIONNÉE PAR LE CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

CRYPTOGAMIE
BRYOLOGIE-LICHÉNOLOGIE

ANCIENNE REVUE BRYOLOGIQUE ET LICHÉNOLOGIQUE
Fondée par T. HUSNOT en 1874
Directeur : Mme S. JOVET-AST
Rédaction : Mme H. BISCHLER
Éditeur : A.D.A.C.

ABONNEMENTS ANNUELS

Prix de l'abonnement 1984 :	France	240 F
	Étranger	285 F

Prière de bien vouloir envoyer le montant par chèque bancaire ou par chèque postal libellé à l'ordre de : CRYPTOGAMIE Bryologie et Lichénologie, et adressé à :

CRYPTOGAMIE Bryologie et Lichénologie
Laboratoire de Cryptogamie
12, rue de Buffon, 75005 Paris.

C.C.P. n° 4.481 - 43.

CRYPTOGAMIE

BRYOLOGIE LICHÉNOLOGIE

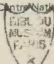
TOME 4 Fascicule 4 1983

MANUSCRITS

Les auteurs sont priés d'adresser leurs manuscrits à la Rédaction de CRYPTOGAMIE Bryologie et Lichénologie, Laboratoire de Cryptogamie, 12 rue de Buffon, 75005 Paris.

Les tirages à part sont à la charge des auteurs

Ouvrage publié avec le concours du Centre National de la Recherche Scientifique



CINÉTIQUE DE LA FIXATION D'UN MÉLANGE DE CESIUM 137, DE CHROME 51, DE COBALT 60, DE MANGANESE 54 et DE SODIUM 22 PAR *PLATYHYPNIDIUM RIPARIOIDES* (HEDW.) DIX.

A. MAUREL-KERMARREC[1], M. PALLY[1], L. FOULQUIER[1] et J.P. HÉBRARD[2]

RÉSUMÉ. — Le but de cette expérience est d'étudier la fixation d'un mélange de radionucléides : ^{60}Co, ^{51}Cr, ^{137}Cs, ^{54}Mn et ^{22}Na, par *Platyhypnidium riparioides* et l'évolution possible de leurs formes chimiques. Les processus de fixation de ces radionucléides par la mousse sont rapides; on obtient un état d'équilibre entre l'activité de l'eau et celle des mousses après un à trois jours de contamination. Dans le cas du ^{60}Co, ^{51}Cr, ^{137}Cs et ^{54}Mn, 98 à 99 % de l'activité introduite dans l'eau sont fixés et seulement 3 à 4 % pour le ^{22}Na. Les facteurs de concentration moyens calculés en fonction du poids sec sont voisins de 18 850 pour le ^{60}Co, 10 830 pour le ^{137}Cs, 1 170 pour le ^{51}Cr et 15 pour le ^{22}Na. Une évolution de la forme chimique du ^{60}Co dans l'eau semble avoir lieu en fonction du temps; ce n'est pas le cas pour le ^{137}Cs, le ^{22}Na et le ^{51}Cr.

SUMMARY. — Fixation of a mixture of ^{60}Co, ^{51}Cr, ^{137}Cs, ^{54}Mn and ^{22}Na by *Platyhypnidium riparioides* and possible evolution of the chemical forms of these radionuclides are investigated. Fixation by the moss occurs rapidly; a balance between activities of water and moss is reached after one to three days contamination. For ^{60}Co, ^{51}Cr, ^{137}Cs and ^{54}Mn, 98 to 99 % of the activity introduced in the water are fixed, for ^{22}Na, only 3 to 4 %. The mean concentrations calculated as a function of dry weight are of about 18 850 for ^{60}Co, 10 830 for ^{137}Cs, 1170 for ^{51}Cr and 15 for ^{22}Na. An evolution of the chemical form of ^{60}Co seems to occur with time; this does not happen for ^{137}Cs, ^{22}Na and ^{51}Cr.

INTRODUCTION

L'utilisation croissante de l'énergie nucléaire nécessite un développement des recherches radioécologiques qui permettent de connaître les modalités de transfert des radionucléides dans l'environnement. C'est le cas, en particulier,

1. C.E.A., I.P.S.N., D. Pr., S.E.R.E., L.E.P.E., C.E.N. Cadarache, B.P. n° 1, 13115 Saint-Paul-Lez-Durance, France.

2. Laboratoire de Botanique et d'Écologie Méditerranéenne, Faculté des Sciences et Techniques de Saint-Jérôme, 13397 Marseille Cedex 13, France.

Cryptogamie, Bryol. Lichénol. 1983, 4, 4 : 299-313.

pour la détermination expérimentale de la capacité et des mécanismes de fixation des radioéléments par les organismes aquatiques.

Nous présentons ici les résultats expérimentaux relatifs à la fixation (ensemble des phénomènes d'absorption et d'adsorption) d'un mélange de radionucléides par *Platyhypnidium riparioides*, mousse dulçaquicole fréquente en Europe, et à l'évolution possible de leurs formes chimiques dans l'eau. Il ne s'agit bien entendu pas d'étudier le comportement physiologique de *Platyhypnidium riparioides* en présence des radioéléments utilisés, mais avant tout d'évaluer son pouvoir de rétention afin d'établir des corrélations avec les mesures effectuées sur le terrain.

TABLEAU N° 1

Radio-nucléide \ Valeurs extrêmes	Valeur minimale	Valeur maximale
^{131}I	0,1	74,8
^{58}Co	0,3	71,7
^{60}Co	0,3	75,6
^{58}Co + ^{60}Co (dans un même rejet)	0,6	80,9
^{137}Cs	0,2	38,6
^{134}Cs	2,9	34,8
^{137}Cs + ^{134}Cs (dans un même rejet)	0,2	73,4
^{54}Mn	0,2	36,4
^{51}Cr	0,5	10,9

Tab. 1. – Valeurs extrêmes en % des principaux radionucléides (hors tritium) identifiés dans les effluents liquides des centrales P.W.R.

La composition théorique du mélange que nous avons employé a été déterminée en fonction des proportions des principaux radionucléides contenus dans les rejets liquides des centrales nucléaires à eau pressurisée (P.W.R.), filière actuellement la plus développée en France (Tab. 1, d'après EISENBUD 1971, FOULQUIER 1979, KAYE 1973, KIRCHMANN et al. 1974, LUYKX & FRASER 1978). Toutefois, il nous a fallu tenir compte des difficultés limitant dans la pratique l'utilisation de certains radionucléides; ainsi l'iode 131, que l'on trouve pourtant en quantité importante dans les rejets des P.W.R., n'a pu être

retenu en raison de sa période trop courte et de sa manipulation délicate. En outre, les radioéléments composant le mélange doivent émettre des rayonnements γ d'énergie bien distincte, afin que les pics d'activité puissent être facilement isolés pour permettre la lecture des résultats de spectrométrie γ Ge-Li. Enfin, du fait de la durée prolongée de nos expériences, mais également des délais entre les dates des prélèvements des échantillons et celles de la mesure de leur activité, nous avons été amenés à sélectionner, entre les radioisotopes d'un même élément, celui dont la période physique est la plus longue.

En conséquence, les radionucléides choisis pour constituer le mélange sont le ^{60}Co, le ^{137}Cs, le ^{51}Cr et le ^{54}Mn. On ajoute le ^{22}Na comme isotope du Na présent dans la filière des surgénérateurs, promise à une extension future. Afin de respecter au mieux les proportions dans les rejets, et de façon à ce que les radionucléides utilisés soient détectables dans les organismes, le mélange est constitué de 50 % de ^{60}Co, 20 % de ^{51}Cr, 10 % de ^{137}Cs, 10 % de ^{54}Mn et 10 % de ^{22}Na.

De nombreuses études ont montré que les mousses, et *Platyhypnidium riparioides*[1] en particulier, constituent d'excellents bioindicateurs, tant en raison de leur aire de répartition souvent vaste, que de leur physiologie particulière et de leur écologie (BOVARD & FOULQUIER 1970, FOULQUIER & HÉBRARD 1976, HÉBRARD & FOULQUIER 1975, HÉBRARD et al. 1968, HÉBRARD et al. 1972, KIRCHMANN & CANTILLON 1971, KIRCHMANN & LAMBINON 1973, KIRCHMANN et al. 1974, MOLCHANOVA & BOCHENINA 1980). *Platyhypnidium riparioides* se rencontre en effet pratiquement à toute altitude dans la zone holarctique; de plus, cette espèce est indifférente à la nature physico-chimique du substrat et se développe aussi bien dans les cours d'eau que dans les mares ou les lacs, en terrain calcaire ou siliceux.

PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

Sept bacs de plastique sont installés dans un hall éclairé selon le rythme nycthéméral naturel. Ils contiennent chacun dix litres d'eau à 15 ± 1°C aéré par un diffuseur, et des mousses immergées recouvrant environ 100 % de la surface (ces dernières sont préalablement pesées fraîches afin que la biomasse soit à peu près la même pour chaque bac, environ 150 g). Nous avons uniquement utilisé des tiges flottantes de *Platyhypnidium riparioides*, munies de nombreuses feuilles en bon état et prélevées à la source de St Paul-Lez-Durance, le 23 octobre 1981. Les mousses sont lavées avec soin au laboratoire afin de les débarrasser au maximum des dépôts de sédiment et de calcaire, d'ailleurs peu importants.

Méthode de contamination. — Les sept bacs sont contaminés le même jour de façon instantanée; le mélange est introduit en une seule fois en simulant une pluie à la surface de l'eau.

1. L'échantillon est déposé dans l'herbier de J.P. Hébrard.

Les cinq radionucléides constituant le mélange présentent les caractéristiques indiquées dans le Tab. 2; notons que leurs concentrations respectives sont trop faibles pour entraîner une variation détectable de la composition chimique de l'eau.

Radio-nucléide	Période en jours	Activité spécifique des solutions étalons, en Bq. g^{-1}	Composition chimique	Activité théorique introduite dans chaque bac, en Bq
^{60}Co	1 923,91	$8,65.10^6$	61 µg de $CoCl_2.g^{-1}$ de solution en HCl 0,1 N	= 555 000
$^{51}Cr_{(1)}$	27,70	-	Na_2 CrO_4 en HCl 0,1 N	= 222 000
^{137}Cs	11 015,70	$0,91.10^6$	10 µg de Cs $Cl.g^{-1}$ de solution en HCl 0,1 N	= 111 000
^{54}Mn	312,30	$1,14.10^6$	10 µg de $MnCl_2.g^{-1}$ de solution en HCl 0,1 N	= 111 000
^{22}Na	949,73	$0,93.10^6$	10 µg de $NaCl.g^{-1}$ de solution en HCl 0,1 N	= 111 000

Tab. 2. — Caractéristiques des radioéléments utilisés pour la constitution du mélange. (1) Le Cr utilisé, Cr VI, ne constituant pas une solution étalon, son activité spécifique ne peut être connue de façon précise.

Afin de connaître l'activité réellement introduite, un prélèvement d'eau est effectué dans chacun des bacs dix minutes après la contamination. On constate alors qu'il est très difficile de reproduire deux fois le même niveau de contamination; toutefois, les pourcentages d'activité correspondant à chaque radioélément varient peu d'un bac à l'autre et l'on a en moyenne : 44,9 % pour le ^{60}Co, 23,8 % pour le ^{51}Cr, 9,7 % pour le ^{137}Cs, 9,0 % pour le ^{54}Mn et 12,6 % pour le ^{22}Na.

Méthodes de prélèvement et de mesure de l'activité des échantillons. — Les constituants du bac (eau, mousses, diffuseur) sont prélevés au temps de contact choisi de 1, 3, 7, 14, 28, 40 et 56 jours et les mesures d'activité sont toujours effectuées sur le volume ou le poids total correspondant à chacun de ces constituants. Dans ces conditions, chaque bac représente un point sur la courbe des cinétiques de contamination en fonction du temps.

L'eau est filtrée (filtres de 0,45 µm), puis percolée à travers une succession de résines cationique, anionique et de charbon actif afin de séparer les formes chimiques des différents radionucléides. Les mousses égouttées sont pesées fraîches (aucun accroissement sensible de la biomasse n'est alors noté), séchées à l'étuve à 110°C pendant trente heures, puis broyées; le diffuseur est concassé.

Afin d'évaluer l'adsorption au niveau des parois du bac, celles-ci sont frottées avec du coton sec, ensuite avec du coton imbibé de parcodine qui est un décontaminant (Fig. 1). Les échantillons prélevés sont ensuite recueillis dans des récipients standardisés (étalonnage) dont ils occupent tout le volume utile. Les

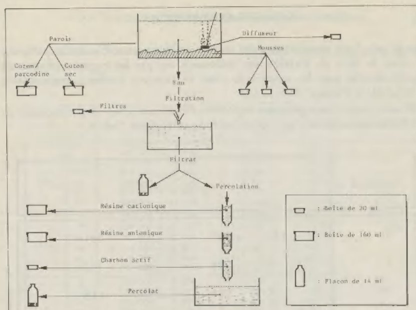


Fig. 1. — Prélèvement et conditionnement des échantillons.

mesures d'activité sont effectuées au moyen d'un compteur spectromètre γ Ge-Li de type RTC. Les échantillons sont tout d'abord comptés en γ Na I pour donner une appréciation globale de leur niveau d'activité. Cela conditionne la durée du comptage qui est d'autant plus longue que l'activité est plus faible. Des spectres apparaissent. Les informations données par ces derniers sont traitées sur ordinateur. Les résultats tiennent compte de la période physique de chaque radionucléide et sont ramenés au jour de la contamination.

Composition chimique du matériel utilisé. — Nous avons toujours utilisé l'eau de la source de Saint-Paul-Lez-Durance dont les caractéristiques sont indiquées

Cations en $mg.l^{-1}$	Anions en $mg.l^{-1}$	Eléments traces en $mg.l^{-1}$
Ca^{2+} = 34,00	HCO_3^- = 146,00	Cr VI < $0,2.10^{-3}$
Mg^{2+} = 20,00	Cl^- = 16,20	Mn^{2+} < $0,2.10^{-3}$
Na^+ = 8,80	SO_4^{2-} = 32,30	Co^{2+} < $0,2.10^{-3}$
K^+ = 0,71	NO_2^- = 14.10^{-3}	Cs^+ < $100 .10^{-3}$
NH_4^+ = $4,95.10^{-3}$	NO_3^- = 5,40	Zn^{2+} = $6,0.10^{-3}$

Tab. 3. — Analyse chimique de l'eau de Saint-Paul.

dans le tab. 3. La connaissance des teneurs en éléments stables est importante. En effet, le taux de fixation des radionucléides par les organismes varie en relation inverse avec les teneurs de l'eau en isotopes stables correspondants (HÉBRARD & FOULQUIER 1975).

D'autre part, il est également important d'indiquer la teneur des mousses en certains éléments, déterminée par activation neutronique (Tab. 4).

Elément	$mg.kg^{-1}$ sec
Ca	183 179 ± 591
K	3 959 ± 354
Fe	1 536 ± 118
Sr	230 ± 29
Na	195 ± 6
Br	50,2 ± 1,2
Zn	39,6 ± 2,4
Cr	3,8 ± 0,2
Co	1,4 ± 0,1
Cs	0,40 ± 0,04

Tab. 4. — Teneurs de *Platyhypnidium riparioides* en quelques éléments stables (analyse par activation neutronique).

RÉSULTATS

L'eau

Évolution de l'activité de l'eau. — L'activité totale de l'eau filtrée décroît rapidement en fonction du temps pour le ^{60}Co et le ^{137}Cs (Tab. 5) alors que pour le ^{22}Na, elle demeure élevée tout au long des expériences et représente encore 68,7 % de l'activité initiale au bout de 56 jours. Enfin, pour le ^{51}Cr et le ^{54}Mn, elle se situe à un niveau bas dès le troisième jour de l'expérience et,

compte tenu des limites de détection de l'appareil utilisé, elle ne peut être connue de façon précise.

Radio-nucléide	Temps en jours	Activité initiale de l'eau en Bq (t = o)	Activité de l'eau filtrée en Bq (au temps t)	Activité restant dans l'eau en %
^{60}Co	3	420 000 ± 8 000	14 400 ± 960	3,4
	7	520 000 ± 25 000	12 350 ± 950	2,4
	14	340 000 ± 15 000	5 640 ± 940	1,7
	28	290 000 ± 15 000	13 950 ± 920	4,8
	40	350 000 ± 10 000	5 580 ± 930	1,6
	56	520 000 ± 30 000	4 650 ± 930	0,9
^{51}Cr	3	220 000 ± 13 000	56 640 ± 4 800	25,7
	7	< 220 000 ± 40 000(1)	<113 700 ± 23 700(1)	– (2)
	14	< 180 000 ± 30 000	< 65 500 ± 11 200	–
	28	< 150 000 ± 30 000	< 73 300 ± 11 000	–
	40	< 230 000 ± 50 000	<107 100 ± 18 600	–
	56	< 290 000 ± 50 000	< 83 300 ± 13 900	–
^{137}Cs	3	90 000 ± 8 000	6 720 ± 960	7,5
	7	110 000 ± 7 000	3 800 ± 950	3,5
	14	70 000 ± 5 000	2 630 ± 380	3,8
	28	60 000 ± 4 000	4 580 ± 460	7,6
	40	80 000 ± 6 000	< 1 160 ± 280	–
	56	120 000 ± 7 000	< 830 ± 190	–
^{54}Mn	3	90 000 ± 4 000	< 400 ± 160	–
	7	100 000 ± 8 000	< 3 030 ± 850	–
	14	70 000 ± 6 000	< 1 400 ± 280	–
	28	50 000 ± 4 000	< 1 370 ± 280	–
	40	70 000 ± 7 000	< 1 870 ± 470	–
	56	100 000 ± 7 000	< 1 300 ± 280	–
^{22}Na	3	110 000 ± 6 000	101 760 ± 5 760	92,5
	7	120 000 ± 10 000	95 960 ± 9 500	80,0
	14	110 000 ± 9 000	88 900 ± 5 620	80,8
	28	98 000 ± 6 000	74 520 ± 6 440	76,0
	40	100 000 ± 10 000	88 350 ± 5 580	88,4
	56	130 000 ± 10 000	89 280 ± 5 580	68,7

Tab. 5. Évolution, en fonction du temps, de l'activité du volume réel d'eau filtrée de chaque bac pour les différents radionucléides. (1) ⩽ A : dans les conditions de la mesure, le radionucléide considéré n'a pu être dosé; son niveau d'activité est estimé inférieur ou égal à A, mais il n'est pas possible d'être affirmatif quant à sa présence. (2) : le pourcentage d'activité restant dans l'eau n'a pu être calculé, compte tenu de l'imprécision des mesures.

Essai d'évaluation des formes chimiques des différents radionucléides. — Une évolution des formes chimiques des radionucléides a-t-elle lieu dans l'eau en présence des mousses ? Nous avons tenté de répondre à cette question en faisant percoler l'eau filtrée à travers un système permettant la séparation des formes cationique et anionique (résines), organique (charbon actif) et neutre (percolat) des éléments dissous (Fig. 1).

Pour tous les radionucléides, les formes neutres et organiques semblent inexistantes ou ne représentent qu'un pourcentage extrêmement faible (Tab. 6).

En ce qui concerne le ^{60}Co, introduit sous forme cationique ($CoCl_2$), les

formes cationique et anionique sont toujours présentes, mais dans des pourcentages différents selon la durée de l'expérience. Ainsi, le pourcentage de ^{60}Co sous forme cationique peut varier d'environ 99 % à 57 %. Le ^{60}Co subit une évolution de sa forme chimique, dont l'étude détaillée nécessite des recherches poussées, on peut se demander dans quelle mesure il peut établir des liaisons avec des substances d'origine végétale.

Pour le ^{137}Cs et le ^{22}Na, introduits également sous forme cationique (CsCl et NaCl), il n'y a pas d'évolution chimique. Il en est de même pour le ^{51}Cr qui, introduit sous forme anionique (Na_2CrO_4), se retrouve toujours sous cette même forme. Enfin, le ^{54}Mn est le seul radionucléide dont les formes chimiques n'ont pu être déterminées, puisqu'il disparaît très vite de l'eau (HÉBRARD & FOULQUIER 1975).

Temps en jours	Répartition en % du ^{60}Co introduit sous forme de chlorure			Répartition en % de ^{137}Cs introduit sous forme de chlorure			Répartition en % du ^{22}Na introduit sous forme de chlorure			Répartition en % du ^{51}Cr introduit sous forme de chromate		
	Résine cationique	Résine anionique	Charbon actif	Résine cationique	Résine anionique	Charbon actif	Résine cationique	Résine anionique	Charbon actif	Résine cationique	Résine anionique	Charbon actif
1	69,3	30,6	0,1	100,00	-(1)	-	100,00	-	-	-	100,00	-
3	73,6	26,3	0,1	99,99	-	0,01	99,59	-	0,01	-	-	-
7	74,9	25,0	0,1	99,99	-	0,01	100,00	-	-	-	99,99	0,01
14	58,2	41,6	0,2	99,98	-	0,02	100,00	-	-	-	99,99	0,01
28	99,5	0,4	0,1	99,70	-	0,30	100,00	-	-	-	100,00	-
40	91,0	8,9	0,1	100,00		-	100,00	-	-	-	100,00	-
56	56,8	43,1	0,1	-	-	-	100,00	-	-	-	100,00	-

Tab. 6. – Évolution des formes chimiques dissoutes des différents radionucléides. (1) : Forme inexistante.

Les mousses

Évolution de l'activité des mousses. – Comme le montrent le tab. 7 et la fig. 2, les mousses atteignent plus ou moins rapidement un niveau d'activité qui varie peu par la suite.

Les niveaux d'activité initiale étant différents pour les sept aquariums, il est difficile d'établir une dynamique de la cinétique de fixation des radionucléides par la mousse. Dans ces conditions, les équations que nous avons déterminées pour les courbes d'évolution des activités spécifiques de l'eau et de la mousse en fonction du temps, sont à utiliser avec précaution.

En ce qui concerne le ^{60}Co, le ^{51}Cr, le ^{137}Cs et le ^{54}Mn, leur fixation par *Platyhypnidium riparioides* est importante et rapide, compte tenu de leurs proportions respectives dans le mélange (l'activité spécifique moyenne des mousses en ^{60}Co est égale à 2 fois celle du ^{51}Cr et 4,3 fois celle du ^{137}Cs et du ^{54}Mn), ce qui explique qu'ils disparaissent très vite de l'eau. Il n'en est pas de même pour le ^{22}Na qui reste en solution tout au long de l'expérience et n'est que faiblement retenu par les mousses (l'activité spécifique moyenne des mousses pour le ^{60}Co est égal à environ 150 fois celle obtenue pour le ^{22}Na).

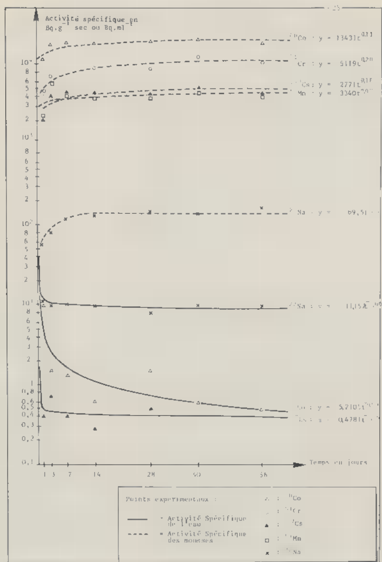


Fig. 2. — Évolution des activités spécifiques de l'eau et des mousses en fonction du temps pour les différents radionucléides.

Il est intéressant de noter que bien que l'activité de l'eau en ^{22}Na reste à un niveau élevé, celle des mousses n'augmente pas après 7 jours de contamina-

tion. Pour le ^{60}Co, le ^{51}Cr, le ^{137}Cs et le ^{54}Mn, l'activité de l'eau diminue rapidement jusqu'à atteindre un niveau pratiquement nul. Malgré cela aucune désorption n'est observée. Mais il faut remarquer que le milieu est stagnant.

Radio-nucléide	Temps en jours	Activité spécifique de l'eau en $Bq.ml^{-1}$	Activité spécifique des mousses en $Bq.g^{-1}$ sec	Facteur de concentration (en fonction du poids sec)
^{60}Co	1	9,8 ± 0,3(a)(b)	11 400 ± 0(c)	≈ 1 160
	3	1,5 ± 0,1(1)(d)	17 590 ± 1 130	≈ 17 590
	7	1,3 ± 0,1(1)	18 400 ± 1 310	≈ 18 400
	14	0,6 ± 0,1(1)	18 600 ± 2 770	≈ 18 600
	28	1,5 ± 0,1(1)	18 400 ± 860	≈ 18 400
	40	0,6 ± 0,1(1)	21 230 ± 1 430	≈ 21 230
	56	0,5 ± 0,1(1)	18 870 ± 4 080	≈ 18 870
^{51}Cr	1	5,0 ± 0,2(a)	4 830 ± 290	≈ 970
	3	5,9 ± 0,5	6 930 ± 370	≈ 1 170
	7	<12,0 ± 2,5	7 650 ± 3 180	–(e)
	14	< 7,0 ± 1,2	9 000 ± 2 930	–
	28	< 8,0 ± 1,2	8 770 ± 2 910	–
	40	<12,0 ± 2,0	12 700 ± 1 290	–
	56	< 9,0 ± 1,5	10 850 ± 0	–
^{137}Cs	1	0,40 ± 0,01(a)	2 130 ± 140	≈ 5 330
	3	0,70 ± 0,10(0,4)	4 150 ± 350	≈ 10 380
	7	0,40 ± 0,10(0,4)	4 470 ± 290	≈ 11 180
	14	0,28 ± 0,04(0,4)	4 430 ± 760	≈ 11 080
	28	0,50 ± 0,05(0,4)	4 270 ± 140	≈ 10 680
	40	< 0,13 ± 0,03	5 200 ± 430	–
	56	< 0,09 ± 0,02	4 500 ± 1 080	–
^{54}Mn	1	< 0,01 ± 0,01(a)	2 330 ± 140	–
	3	< 0,04 ± 0,02	5 950 ± 240	–
	7	< 0,30 ± 0,09	3 930 ± 140	–
	14	< 0,15 ± 0,03	3 990 ± 690	–
	28	< 0,15 ± 0,03	3 900 ± 250	–
	40	< 0,20 ± 0,05	4 470 ± 380	–
	56	< 0,14 ± 0,03	4 030 ± 1 000	–
^{22}Na	1	11,3 ± 0,4(a)	60 ± 4	≈ 5
	3	10,6 ± 0,6	80 ± 16	≈ 8,9
	7	10,1 ± 0,9 (9,4)	120 ± 66	≈ 12,8
	14	9,5 ± 0,6 (9,4)	130 ± 0	≈ 13,8
	28	8,1 ± 0,6 (9,4)	140 ± 0	≈ 14,9
	40	9,5 ± 0,6 (9,4)	140 ± 14	≈ 14,9
	56	9,6 ± 0,6 (9,4)	160 ± 14	≈ 17,0

Tab. 7. — Évolution des activités spécifiques de l'eau et des mousses, et des facteurs de concentration pour les différents radionucléides. (a) : Pour le temps de contamination 1 jour, l'activité spécifique de l'eau est calculée en fonction des activités des résines cationique et anionique, du charbon actif et du percolat dont la somme correspond à l'activité de l'eau filtrée. (b) : Estimation de l'erreur sur la mesure. (c) : Estimation de l'erreur statistique (test de Student). (d) : Valeur dont on tient compte pour le calcul du facteur de concentration. (e) : Le facteur de concentration ne peut être calculé, l'activité de l'eau n'étant pas connue de façon précise.

Les facteurs de concentration. — Il s'agit du rapport à l'équilibre, de l'activité spécifique des organismes à celle de l'eau. Nous l'avons exprimé ici en fonction du poids sec des bryophytes. Nous pouvons considérer que, dans cette expé-

rience, l'état d'équilibre entre l'eau et les mousses est atteint plus ou moins rapidement selon les radionucléides. En effet, nous avons constaté que l'activité spécifique des mousses varie peu à partir du troisième jour pour le ^{60}Co, le ^{51}Cr, le ^{137}Cs et le ^{54}Mn, et du septième jour pour le ^{22}Na. Elle peut être alors considérée comme constante. Par contre, celle de l'eau présente des fluctuations. Ces dernières sont dues aux faits que l'activité est très faible et qu'elle est, de plus, mesurée sur un volume peu important et sur un seul échantillon alors que trois mesures concernant l'activité des mousses sont effectuées. Nous pouvons donc considérer cette activité spécifique de l'eau comme constante et prendre en considération une valeur moyenne à compter du troisième jour pour le ^{60}Co, le ^{51}Cr, le ^{137}Cs, et du septième jour pour le ^{22}Na. Cette valeur est égale à 1 $Bq.ml^{-1}$ pour le ^{60}Co, 5,9 pour le ^{51}Cr, 0,4 pour le ^{137}Cs et 9,4 pour ^{22}Na. Les facteurs de concentration, à partir des temps de contact cités ci-dessus, seront calculés en tenant compte de ces valeurs de l'eau (Tab. 7). Les facteurs de concentration moyens, calculés à partir du moment où l'état d'équilibre est atteint, sont voisins de : 18 850 pour le ^{60}Co, 1 170 pour le ^{51}Cr, 10 830 pour le ^{137}Cs et 15 pour le ^{22}Na.

Dans le cas du ^{54}Mn, l'activité de l'eau se situe à un niveau très faible et n'a pu être évaluée de façon précise. Dans ces conditions, il suffit de remarquer que le facteur de concentration est probablement très élevé. Dans la littérature, ce dernier varie pour *Platyhypnidium riparioides* de 6500 à 20000 (FOULQUIER 1978).

Pour le ^{60}Co, KIRCHMANN & CANTILLON (1971) ont obtenu un facteur de concentration de 600 en fonction du poids frais chez *Cinclidotus danubicus* Schiffn. et Baumg., soit 3300 (600/0,18[1]) si l'on se réfère au poids sec, valeur inférieure à la moyenne de nos résultats. Notons que le facteur de concentration en Co stable, calculé à partir des données des tab. 3 et 4 est supérieur à 7 000 pour *Platyhypnidium riparioides*.

Pour le ^{51}Cr, nous obtenons un facteur de concentration de 1 170 (trois premiers jours d'expérience) contre une valeur supérieure à 1 900 pour le Cr stable.

Pour le ^{137}Cs, entre trois et vingt-huit jours, le facteur de concentration atteint une moyenne d'environ 10 830. Remarquons que le facteur de concentration en potassium stable, chimiquement proche du Cs, atteint 5 600 chez *Platyhypnidium riparioides*.

Enfin, en ce qui concerne ^{22}Na, la valeur moyenne du facteur de concentration est de 15, ce qui correspond parfaitement aux résultats de FOULQUIER & HÉBRARD (1976) (1,4 à 2 par rapport au poids frais de *Platyhypnidium riparioides*, soit entre 7,8 et 11,1 en fonction du poids sec). Notons que le facteur de concentration en Na stable est égal à environ 22 chez *Platyhypnidium riparioides*.

1. 0,18 = Rapport poids sec/poids frais des muscinées.

Radionucléide	Temps en jours	Diffuseur		Coton sec		Coton parcodine		Eau filtrée		Filtres		Mousses	
		Bq	%	Bq	%	Bq	%	Bq	%	Bq	%	Bq	%
^{60}Co	1	≤ 2,0 ± 0,1	–(1)	1300 ± 50	0,19	600 ± 20	0,09	95150 ± 3000	13,89	44000 ± 1300	6,42	543790 ± 0	79,40
	3	80 ± 4	0,01	1300 ± 100	0,17	400 ± 20	0,05	14400 ± 960	1,93	12500 ± 400	1,68	717560 ± 23000	96,16
	7	390 ± 11	0,07	2200 ± 50	0,38	600 ± 10	0,10	12350 ± 940	2,11	21000 ± 700	3,59	548320 ± 14900	93,75
	14	320 ± 9	0,05	1500 ± 50	0,26	230 ± 10	0,04	5640 ± 340	0,97	43000 ± 1500	7,38	531960 ± 19070	91,30
	28	170 ± 5	0,03	1900 ± 50	0,31	310 ± 10	0,05	13950 ± 920	2,30	46000 ± 1500	7,58	544640 ± 15790	89,73
	40	120 ± 4	0,02	1600 ± 50	0,27	190 ± 10	0,03	5580 ± 930	0,92	65000 ± 2500	10,77	530830 ± 16670	87,58
	56	120 ± 4	0,02	1400 ± 100	0,23	400 ± 10	0,06	4650 ± 930	0,76	124000 ± 5000	20,14	485060 ± 16280	78,79
^{51}Cr	1	≤ 2,1 ± 0,7	–	500 ± 50	0,16	190 ± 30	0,06	48500 ± 1940	15,97	24000 ± 1000	7,90	230550 ± 13680	75,90
	3	160 ± 10	0,05	700 ± 100	0,20	270 ± 30	0,08	56640 ± 4800	16,40	4900 ± 210	1,42	282600 ± 16000	81,85
	7	600 ± 80	0,25	1300 ± 100	0,55	700 ± 50	0,30	≤ 113700 ± 23700	–	6900 ± 800	2,90	227970 ± 22350	96,00
	14	260 ± 20	0,09	1300 ± 110	0,50	230 ± 20	0,09	≤ 65500 ± 11200	–	≤ 13000 ± 2000	–	257400 ± 25740	99,31
	28	250 ± 20	0,10	1000 ± 100	0,36	≤ 70 ± 10	–	≤ 73300 ± 11000	–	14000 ± 2200	5,10	259490 ± 25650	94,45
	40	≤ 100 ± 20	–	800 ± 100	0,25	210 ± 20	0,07	≤ 107100 ± 18600	–	≤ 23000 ± 3000	–	317500 ± 27500	99,68
	56	250 ± 30	0,08	≤ 2000 ± 400	–	500 ± 100	0,15	≤ 83300 ± 13900	–	53000 ± 6000	15,93	278950 ± 24430	83,84
^{137}Cs	1	≤ 2,0 ± 0,1	–	160 ± 10	0,13	40 ± 3	0,03	3880 ± 100	3,15	17300 ± 600	14,05	101760 ± 6840	82,64
	3	100 ± 10	0,06	260 ± 40	0,14	60 ± 9	0,03	6720 ± 960	3,73	3500 ± 250	1,94	169500 ± 14000	94,10
	7	170 ± 10	0,12	500 ± 30	0,35	130 ± 10	0,09	3800 ± 950	2,66	5400 ± 250	3,77	133110 ± 6060	93,01
	14	190 ± 7	0,13	600 ± 50	0,43	100 ± 9	0,07	2630 ± 380	1,87	10600 ± 500	7,52	126790 ± 6100	89,98
	28	220 ± 9	0,15	700 ± 50	0,47	270 ± 10	0,18	4580 ± 460	3,10	15600 ± 700	10,56	126290 ± 6120	85,53
	40	130 ± 6	0,08	500 ± 30	0,33	70 ± 6	0,05	≤ 1160 ± 280	–	19300 ± 700	12,87	130000 ± 5830	86,67
	56	80 ± 4	0,05	380 ± 30	0,25	140 ± 10	0,09	≤ 830 ± 190	–	38000 ± 1500	24,63	115700 ± 5140	74,98
^{54}Mn	1	≤ 1,1 ± 0,2	–	600 ± 20	0,50	240 ± 20	0,20	≤ 330 ± 30	–	7700 ± 300	6,43	111300 ± 6840	92,87
	3	30 ± 2	0,02	400 ± 30	0,24	110 ± 7	0,07	≤ 400 ± 160	–	3100 ± 120	1,88	161300 ± 7200	97,79
	7	220 ± 8	0,18	800 ± 30	0,64	230 ± 9	0,19	≤ 3030 ± 850	–	5400 ± 250	4,36	117210 ± 5960	94,63
	14	120 ± 5	0,10	400 ± 20	0,32	60 ± 3	0,05	≤ 1400 ± 280	–	11300 ± 600	8,97	114020 ± 6290	90,56
	28	60 ± 3	0,05	600 ± 20	0,47	100 ± 4	0,08	≤ 1370 ± 280	–	11900 ± 700	9,29	115440 ± 6220	90,12
	40	40 ± 3	0,03	500 ± 20	0,39	60 ± 3	0,05	≤ 1870 ± 470	–	16000 ± 900	12,47	111670 ± 5670	87,06
	56	40 ± 3	0,03	400 ± 30	0,30	130 ± 10	0,10	≤ 1300 ± 280	–	28000 ± 1300	21,17	103700 ± 5140	78,40
^{22}Na	1	≤ 3,5 ± 0,2	–	14 ± 3	0,01	16 ± 3	0,01	109610 ± 3880	97,27	200 ± 20	0,18	2850 ± 190	2,53
	3	50 ± 4	0,05	40 ± 8	0,04	30 ± 4	0,03	101760 ± 5760	96,65	130 ± 10	0,12	3280 ± 520	3,11
	7	80 ± 3	0,08	80 ± 4	0,08	100 ± 4	0,10	95960 ± 9500	96,06	100 ± 20	0,10	3580 ± 650	3,58
	14	90 ± 4	0,10	160 ± 9	0,17	30 ± 2	0,03	88900 ± 5620	95,56	130 ± 30	0,14	3720 ± 620	4,00
	28	130 ± 6	0,16	60 ± 4	0,08	100 ± 4	0,13	74520 ± 6440	94,39	≤ 160 ± 50	–	6140 ± 740	5,24
	40	140 ± 7	0,15	80 ± 5	0,09	70 ± 3	0,08	88350 ± 5580	95,97	≤ 230 ± 70	–	3420 ± 600	3,71
	56	150 ± 9	0,16	240 ± 30	0,25	150 ± 20	0,16	89280 ± 5580	94,87	260 ± 70	0,28	4030 ± 540	4,28

(1) – : L'activité de l'échantillon considéré étant inférieure aux limites de détection; il n'a pas été tenu compte de la valeur de la mesure lors du calcul des pourcentages.

Tab. 8. – Distribution de l'activité en fonction du temps au niveau des constituants des bacs expérimentaux pour les différents radionucléides par rapport à l'activité totale retrouvée (somme des activités mesurées de tous les constituants). (1) : L'activité de l'échantillon étant inférieure aux limites de détection, il n'a pas été tenu compte de la valeur de la mesure lors du calcul des pourcentages.

Les différences constatées entre les valeurs du facteur de concentration de l'élément stable et du radioisotope peuvent s'expliquer par le fait que l'échantillonnage n'est jamais rigoureusement identique et que les méthodes employées pour quantifier les éléments sont différentes.

De plus, le débit de l'eau, sa concentration en éléments stables, et son oxygénation varient selon les conditions d'études.

BILAN DE LA DISTRIBUTION DES RADIONUCLÉIDES DANS LES BACS EXPÉRIMENTAUX

Les résultats du tab. 8 montrent que l'adsorption au niveau des parois et du diffuseur est négligeable pour tous les radionucléides. L'activité retrouvée sur les filtres peut être ajoutée à celle des mousses, compte tenu du nombre important de débris végétaux qui se sont déposés à leur niveau lors des opérations de filtration. Enfin, le pourcentage d'activité restant dans l'eau est très faible sauf dans le cas du sodium.

Les radionucléides ont donc été fixés en majeure partie par les mousses sauf dans le cas du ^{22}Na.

CONCLUSION

Les résultats obtenus confirment le rôle important de *Platyhypnidium riparioides* en tant que bioindicateur de radiocontamination, notamment pour le ^{137}Cs et le ^{54}Mn, ainsi que sa faible capacité de fixation pour le ^{22}Na. Ils permettent également de mettre en évidence la forte fixation du ^{60}Co et du ^{51}Cr par cette mousse aquatique. Cette capacité, exprimée en terme de facteur de concentration en fonction du poids sec est voisine de 18 850 pour le ^{60}Co, 10 830 pour le ^{137}Cs, 1170 pour le ^{51}Cr et 15 pour le ^{22}Na. Ce dernier reste pour l'essentiel dans l'eau et les mousses ne fixent que 3 à 4 % de l'activité introduite. Par contre, en ce qui concerne les autres radionucléides, 98 à 99 % de l'activité introduite sont retenus par les muscinées. Cette fixation est non seulement importante mais aussi très rapide et se fait en un temps inférieur à trois jours. Ceci est-il vrai pour toutes les bryophytes ? Nous nous proposons d'étudier ce problème en utilisant une hépatique, *Chiloscyphus polyanthos*, dans les cellules de laquelle on note la présence d'oléocorps, absents chez *Platyhypnidium riparioides*.

Les résultats de notre travail à partir d'un mélange de radionucléides, confirment ceux qui ont été obtenus antérieurement en présence de radioéléments pris isolément (FOULQUIER & HÉBRARD 1976, HÉBRARD & FOULQUIER 1975, HÉBRARD et al. 1968). Il n'y a donc pas d'influence des radionucléides les uns sur les autres.

L'étude de l'évolution dans l'eau des formes chimiques des différents radionucléides était l'un des buts de nos expériences. Si cette évolution n'a pu être

étudiée pour le ^{54}Mn, elle a pu être mise en évidence pour les autres. Nous nous proposons d'étudier plus précisément cette transformation possible des radionucléides dans l'eau (expérience de plus courte durée pour le ^{54}Mn; étude de l'évolution de la forme chimique du ^{60}Co en absence d'organismes). Il sera alors important de connaître la forme chimique des radionucléides dans les rejets liquides des centrales nucléaires.

REMERCIEMENTS. — Les auteurs tiennent à exprimer leurs remerciements à Monsieur J.C. Philippot et au personnel de son laboratoire, qui ont réalisé l'ensemble des mesures en spectrométrie γ Ge-Li et des analyses par activation neutronique (Laboratoire de Métrologie de l'Environnement, Le Bois des Râmes, Bât. 501, 91400 Orsay).

BIBLIOGRAPHIE

BOVARD P. & FOULQUIER L., 1970 — Pollution et hydrobiologie des eaux douces. *Bull. Informations Sci. Techn. C.E.A.* 151 : 51-54.

EISENBUD M., 1971 — Review of U.S.A. power reactor operating experience. *In* Environmental aspects of nuclear power stations (Proceed. symp., New York, 10-14 August 1970, organized by I.A.E.A. in cooperation with U.S.A. E.C.) Ed. I.A.E.A. Vienna. I.A.E.A. SM 146/55 : 861-876.

FOULQUIER L., 1978 — Études des processus d'absorption et de désorption de radionucléides par des végétaux dulçaquicoles. *In* Données synthétiques sur les publications de radiohydrobiologie de la section de radioécologie. Bibliographie C.E.A. - B.I.B. 229 : 14-53.

FOULQUIER L., 1979 — Étude bibliographique sur la capacité et les modalités de la fixation du radiocésium par les poissons. Rapport C.E.A. - B.I.B. 231, (2 vol). 429 p.

FOULQUIER L. & HÉBRARD J.P., 1976 — Étude expérimentale de la fixation et de la décontamination du sodium 22 par une mousse dulçaquicole, *Platyhypnidium riparioides* (Hedw.) Dix. *Oecol. Pl.* 11 (3) : 267-276.

HÉBRARD J.P. & FOULQUIER L., 1975 — Introduction à l'étude de la fixation du manganèse 54 par *Platyhypnidium riparioides* (Hedw.) Dix. *Rev. Bryol. Lichénol.* 41 (1) : 35-54.

HÉBRARD J.P., FOULQUIER L. & GRAUBY A., 1968 — Aperçu sur les modalités de la contamination d'une mousse dulcicole *Platyhypnidium riparioides* (Hedw.) Dix. par le césium 137 et le strontium 90. *Rev. Bryol. Lichénol.* 36 (1-2) : 219-242.

HEBRARD J.P., FOULQUIER L. & GRAUBY A., 1972 — L'utilisation d'une mousse terrestre (*Grimmia orbicularis* Bruch) comme indicateur de la présence de manganèse 54, de caesium 137 et de strontium 90. *Radioprotection* 7 (3) : 159-177.

KAYE S.V., 1973 — Assessing potential radiological impacts to aquatic biota in response to the National Environmental Policy Act (N.E.P.A.) of 1969. *In* : Environmental behaviour of radionuclides released in the nuclear industry. (Proceed. symp., Aix-en-Provence, 14-18 May 1973, organized by I.A.E.A., N.E.A. (O.E.C.D.), W.H.O.) Ed. I.A.E.A. Vienna. I.A.E.A. SM 172/74 : 649-661.

KIRCHMANN R. & CANTILLON G., 1971 — Comportement en rivière des radiocobalts et du radiomanganèse provenant d'effluents d'une centrale PWR. *In* : La radioécologie appliquée à la protection de l'homme et de son environnement. Commission des communautés européennes, symp. international, Rome 7-10 Septembre 1971 : 1-17.

KIRCHMANN R. & LAMBINON J., 1973 — Bioindicateurs végétaux de la contamination d'un cours d'eau par les effluents d'une centrale nucléaire à eau pressurisée. Évaluation des rejets de la centrale SEAN (Chooz, Ardennes françaises) au moyen de végétaux aquatiques et ripicoles de la Meuse. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belgique* 106 : 187-201.

KIRCHMANN R., LAMBINON J., BONNIJNS-VAN GELDER E. & COLARD J., 1974 — Utilisation de bioindicateurs à des fins de surveillance de sites nucléaires. *In* : Environmental surveillance around nuclear installations. (Proceed. symp., Warsaw, 5-9 November 1973) Ed. I.A.E.A. Vienna, 2 : 105-118.

LUYKX F. & FRASER G., 1978 — Radioactive effluents from nuclear power stations and nuclear fuel reprocessing plants in the European community discharge data 1972-1976. Radiological aspects. *In* : Health and safety directorate, 6088, EN, FR, April 1978, Commission of the European communities, directorate fluvial employment and social affairs : 1-48.

MOLCHANOVA I.V. & BOCHENINA N.V., 1980 — Mosses as accumulators of radionuclides. *Ecologiya* 3 : 42-47.

TAXONS RARES OU CRITIQUES DU GENRE *RICCIA*

S. JOVET-AST*

RÉSUMÉ. - Description, d'après le type, et affinités de *Riccia melitensis* Mass., endémique de l'Ile Gozo, caractérisé par la présence d'un tissu dorsal blanc et d'ailes blanches.

Révision des fo. créées pour *R. ciliifera* Link. La fo. *pedemontana* est maintenue.

R. papillosa Moris et *R. pseudopapillosa* Steph. sont synonymes. *R. sorocarpa* var. *Heegii* Schiffn. diffère du *R. sorocarpa* Bisch. par la présence, sur la face dorsale du thalle, de quelques papilles.

SUMMARY. — Description and affinities of *Riccia melitensis* Mass. whose dorsal tissue and wings are white.

Revision of the fo. established for *R. ciliifera* Link. The fo. *pedemontana* is accepted.

R. papillosa Moris and *R. pseudopapillosa* Steph. are synonymous. *R. sorocarpa* var. *Heegii* Schiffn. differs from *R. sorocarpa* Bisch. by the presence of rare papillae on the dorsal side of the thallus.

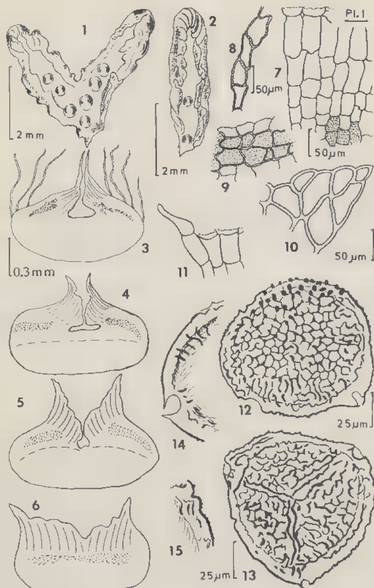
I. – *RICCIA MELITENSIS* MASS., ESPECE ENDÉMIQUE DE L'ARCHIPEL MALTAIS (Pl. I, II)

Riccia melitensis récolté par Sommier le 14 avril 1896 dans la vallée «Xlendi», à l'île Gozo (Ile située au S de la Sicile, à proximité de l'Ile de Malte) n'est connu que par le type. Les trois descriptions données par MASSALONGO (1913), ZODDA (1934), K. MÜLLER (1940, 1954) sont, dans l'ensemble, exactes mais ne mettent pas suffisamment en évidence les caractères très particuliers de cette espèce. Les figures publiées par ZODDA (1934) sont assez éloignées de la réalité. Le dessin conservé dans les Icones Ineditae de Stephani ne représente absolument pas le *R. melitensis*.

Grâce à l'obligeance du Professeur G. Bocquet, Directeur des Conservatoire et Jardin Botaniques de Genève, et de Patricia Geissler, j'ai pu examiner le type conservé à G.

* Laboratoire de Cryptogamie, 12 rue de Buffon, 75005 Paris, France.

Cryptogamie, Bryol. Lichénol., 1983, 4, 4 : 315-333.



Pl. I. *Riccia melitensis* Mass., type. 1, 2 : Thalles, face dorsale, portant des capsules. 3, 4, 5, 6 : sections transversales à différents niveaux, depuis le sommet jusque vers la base. 7 : section du tissu supérieur; en pointillé, cellules violettes. 8, 9 : cellules de la bande violette. 10 : cellules d'une écaille. 11 : apex d'une aile. 12 : spore, face distale. 13 : spore, face proximale. 14 : une partie de l'aile de la spore. 15 : fragment de l'aile d'une spore.

Voici quels sont les caractères observés sur un fragment de thalle desséché qui n'a donc permis ni de reconstituer exactement la plante à l'état frais ni de connaître ses variations morphologiques possibles.

Description. – Thalle long de 14-18 mm (d'après MASSALONGO 1913), 1-2 fois dichotome. Lobe long de 4-4.5 mm; large, au sommet, de 1 mm et, plus bas, de 2 mm; vert glauque; à faces latérales repliées sur la face dorsale et laissant voir leur couleur violet sombre; bordé par une aile large, un peu ondulée et blanche; à sommet incurvé montrant les écailles dorsales arrondies, blanches; à sillon très étroit au sommet du lobe et s'élargissant dans les 2/3 inférieurs.

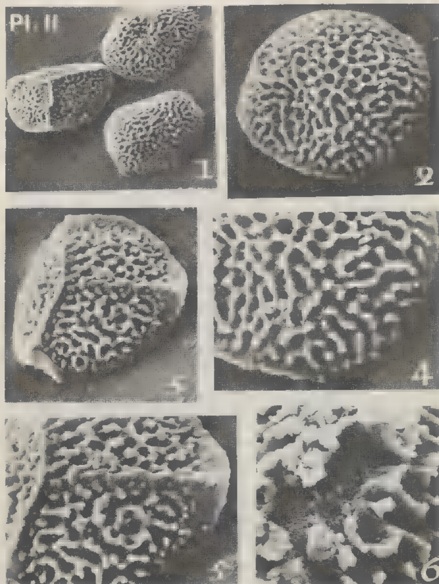
Section transversale dans la partie supérieure du lobe, près du sommet, large de 1-1,3 mm, haute de 0.6-0.9 mm; bord ventral faiblement convexe; bords latéraux arrondis puis brusquement dressés obliquement et dirigés vers le milieu de la largeur, redressés l'un contre l'autre et très aigus, laissant entre eux un étroit sillon à base élargie. Tissu ventral dense, à petites cellules remplies d'un contenu jaune. Au-dessus, de chaque côté, une ligne mince de cellules violettes faisant la transition entre le tissu ventral et le tissu supérieur. Tissu de la partie supérieure formé de files (disposées en éventail) de 4-5 cellules superposées, blanches, à paroi mince, constituant les deux ailes latérales du lobe. Sur la marge externe de la section s'insèrent des écailles blanches, unistrates, atteignant le sommet des ailes, à parois cellulaires épaisses.

Section au-dessous du sommet du lobe, semblable à la précédente mais les deux ailes s'écartent l'une de l'autre, la bande violette s'élargit et comprend 1-3 rangées de cellules, le nombre d'écailles diminue.

Section à la base du lobe, haute de 1 mm, large de 1.5-2 mm, plus rectangulaire, à bord supérieur large formé d'une bande de tissu de cellules blanches, à ailes distantes et plus réduites. Écailles à marge entière ou à peine crénelée, à grandes cellules de 72-84 x 120-145 μm, à parois blanches assez épaisses. Rhizoïdes très nombreux, formant un feutre dense, tous lisses, les uns étroits de 7 μm de diamètre, les autres larges de 24 μm de diamètre.

Espèce dioïque ? Anthéridies non vues. Capsules apparemment nombreuses et grosses.

Spores tétraédriques, 100-120 μm diam., brun rouge à ornementation brun sombre; aile large de 3 μm mais pouvant atteindre 12 μm au niveau des pores, à marge brun foncé, avec quelques indentations, très finement crénelée sur le bord, portant quelques épaississements irréguliers et parfois sinueux. Face distale présentant, sur toute la partie centrale, des alvéoles petites parfaitement ou imparfaitement limitées par des murets ayant, aux angles, de petites tubercules; sur le pourtour, alvéoles soit encore bien limitées soit remplacées par des crêtes sinueuses orientées vers l'équateur et souvent faisant saillie au-dessus de l'aile; au total, 14-16 alvéoles. Face proximale à marque triradiée peu saillante mais large, à facettes ornées d'alvéoles à murets complets ou incomplets et souvent réduits à des épaississements sinueux.



Pl. II. — *Riccia melitensis* Mass., type. Spores de 100-120 μm de diam. 1 : une spore, face proximale; deux spores, face distale. 2 : face distale. 3 : face proximale. 4 : détail, face distale. 5 : détail, face proximale. 6 : face distale, nexine apparente au fond de la déchirure de la sexine.

Remarques. — 1) *R. melitensis* ne peut être confondu avec aucune autre espèce de la région méditerranéenne en raison de la présence des ailes blanches des lobes.

2) MASSALONGO, ZODDA, K. MÜLLER (qui n'a pas examiné le type) décrivent un épiderme 4-5 sérié, à cellules hyalines. Cet «épiderme» correspond au tissu dorsal situé au-dessus de la bande violette et qui se prolonge en ailes. Par comparaison avec *R. gougetiana* et *R. ciliifera* dont les ailes du lobe sont formées par le tissu chlorophyllien, il me semble que le tissu hyalin de *R. melitensis* peut être considéré comme le tissu chlorophyllien. Dans ce cas, l'épiderme est à une seule assise, ses cellules sont caduques, leur partie inférieure seule reste sur le thalle.

3) Le tissu ventral, très contracté par la longue dessiccation n'a pu être étalé. Il pourrait être plus haut que ne le représente les fig. 4, 5, 6 de la Pl. I.

4) Les rhizoïdes observés étaient tous lisses. L'étude d'un matériel plus abondant et surtout moins précieux pourrait montrer la présence de rhizoïdes ponctués.

Distribution. — Ile Gozo, archipel maltais, legit S. Sommier 1896, TYPUS (G). Aucun autre spécimen n'a été récolté malgré l'exploration assez poussée de la région méditerranéenne.

Affinités. — *R. melitensis* ressemble, par ses dimensions et son aspect, à *R. gougetiana* Mont. et à *R. ciliifera* Link. Le tableau suivant résume les différences principales entre les trois espèces :

R. ciliifera :

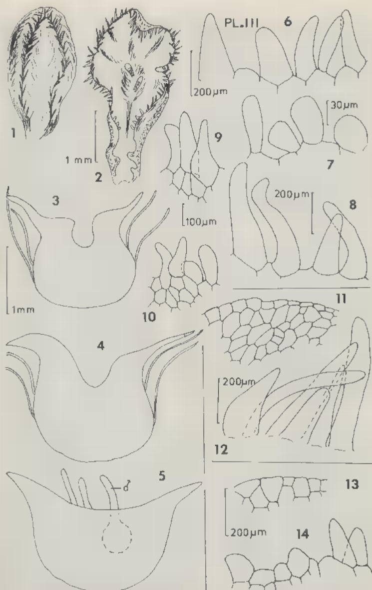
- Ailes vert bleuté, tachées de violet vif.
- Cils marginaux.
- Écailles hyalines ou, très souvent, teintées de violet, à cellules mesurant 33-45 x 65-80 μm, peu nombreuses au sommet du lobe.
- Absence de bande violette entre le tissu dorsal et le tissu ventral.
- Spores 80-120-(180) μm diam., à 6-8-(10) alvéoles.

R. gougetiana :

- Ailes vert pâle, parfois teintées de violet pâle.
- Cils marginaux.
- Écailles hyalines, rarement teintées de violet clair, à cellules mesurant 50-65 x 100-120 μm, peu nombreuses au sommet du lobe.
- Absence de bande violette entre le tissu dorsal et le tissu ventral.
- Spores 120-200-(216) μm diam., à 10-20 alvéoles.

R. melitensis :

- Ailes blanches.
- Cils marginaux absents.
- Écailles blanches.



Pl. III. — 1-10 : *Riccia ciliifera* fo. *pedemontana* (Steph.) K. Müll. (G). 1 : thalle stérile. 2 : thalle mâle à deux anthéridies. 3, 4, 5 : sections d'un lobe à différents niveaux. 6 : cellules épidermiques de la face dorsale du thalle. 7 : cellules épidermiques du sillon. 8 : cils de la marge du lobe. 9, 10 : cils de la marge d'une écaille. 11, 12 : *R. Bischoffii* a. *normalis.* Schiffn. Hep. Eur. Exsic. 1108. 11 : marge d'une écaille. 12 : cils de la marge d'un lobe. 13, 14 : R. *Bischoffii* Hübn., Schiffn. Hep. Eur. Exsic. 1105. 13 : marge d'une écaille. 14 : cils de la marge d'un lobe.

à cellules mesurant 72-84 x 120-144 μm,
nombreuses au sommet du lobe.
Bande violette entre le tissu dorsal et le tissu ventral.
– Spores 100-120 μm diam., à 14-17 alvéoles.

R. melitensis appartient au sous-genre *Riccia* et doit être classé parmi les espèces à thalle ailé. Bien qu'il ait d'incontestables ressemblances avec *R. gougetiana* et *R. ciliifera*, il possède des caractères très particuliers observés dans aucune autre espèce européenne. Localisé dans une très petite île de l'archipel maltais, il devrait être recherché dans sa localité d'origine et dans la région méditerranéenne.

II. — RÉVISION DES VARIÉTÉS ET DES FORMES DE *RICCIA CILIIFERA* LINK ex LINDENB.

(Pl. III).

Parmi les espèces du sous-genre *Riccia* dont le thalle, épais le long de l'axe longitudinal, s'élargit en deux ailes latérales minces, l'une d'elles, *R. ciliifera* Link, présente une certaine complexité qui se traduit par la création de nombreux synonymes de rang systématique divers. La liste de ces noms principaux par ordre de date de publication s'établit ainsi :

1. *R. ciliifera* Link ex Lindenberg, 1829.
2. *R. Bischoffii* Hübn., 1834
3. *R. Bischoffii* var. *fimbriata* Gott., Lindenb. et Nees, 1847
4. *R. pedemontana* Steph., 1883
5. *R. Bischoffii* fo. *montana* Steph., 1898
6. *R. Bischoffii* var. *ciliifera* (Link ex Lindenb.) K. Müll.. 1907
7. *R. Latzelii* Schiffn., 1916
8. *R. ciliifera* fo. *pedemontana* (Steph.) K. Müll., 1940.

Plusieurs descriptions de *R. ciliifera* ont été données sous ces différents noms. Citons seulement celle de BISCHOFF (1835) et celle de LINDENBERG (1836). Plus récemment (1972), j'ai énuméré les caractères principaux de cette espèce, notamment ceux des spores.

L'identité de *R. ciliifera* et de *R. Bischoffii* n'est plus à discuter : la comparaison des descriptions suffit à montrer qu'il existe une seule espèce à laquelle il faut attribuer le nom le plus ancien, *R. ciliifera* Link. Cependant, l'examen des variétés décrites, notamment des spécimens nommés «*pedemontana*», et de *R. Latzelii* devait être repris.

I. RANG SYSTÉMATIQUE DE *R. PEDEMONTANA* STEPH.

Cinq spécimens de cette «espèce» m'ont été communiqués par G. Ils ont tous la même origine : Val Lontay, près de Cogne, Piémont (localité du type), récoltés par le Dr J. Müller, 4 août 1852. Ce sont, probablement, des isotypes.

Leurs thalles présentent un aspect un peu différent du thalle de *R. ciliifera* : à leur sommet, les ailes se redressent, limitant généralement un sillon étroit; les écailles ventrales dépassent un peu la marge du thalle et sont bordées de longs cils blancs; les cils marginaux du thalle, abondants et longs, font paraître la plante hirsute. Les écailles blanches possèdent, à leur base, des groupes de cellules violettes; les cellules non colorées mesurent 31-38 x 48-96 µm (celles de *R. ciliifera*, 20-70 x 60-120-(170)µm); certaines cellules marginales font légèrement saillie, d'autres se prolongent en cils blancs, à sommet obtus ou aigu, parfois en forme de bouteille, atteignant 250 µm de longueur. Comme chez *R. ciliifera*, on observe très rarement la présence d'un ou de quelques cils longs à la face dorsale du thalle. Les cellules épidermiques, très allongées, à sommet aigu ou obtus, parfois courtes et très arrondies, se détruisent assez rapidement mais persistent dans le sillon. Sur les spécimens étudiés, j'ai pu trouver deux thalles mâles. Les anthéridies, violacées dans toute leur longueur ou hyalines au sommet et violettes à la base, dépassent de 0.5 mm la surface du thalle. Aucun thalle ne porte d'archégone ni de capsule.

Malgré l'absence de spores, on peut affirmer que *R. pedemontana* est un *R. ciliifera*. Cependant, ses caractères un peu particuliers incitent à le reconnaître comme une forme du *R. ciliifera* conformément à la conception de K. MÜLLER (1940, 1954).

II. RANG SYSTÉMATIQUE DE *R. BISCHOFFII* FO. *MONTANA* STEPH.

Grâce à un prêt de G, j'ai pu étudier les trois spécimens suivants :

- Suisse, auf nackter Erde, bei Biel, leg. Prof. Fischer, 1871.
- Hongrie, Meleg Berg, bei Nadays, mai 1874, Lojka (Herb. Dr G. Winter).
- Hongrie, auf Erde über Trachyt des Meleg Berges, bei Nadays, Weissenburger Comitat, mai 1874, Lojka ex Herb. Rabenhorst.

Les caractères de ces trois spécimens sont les mêmes que ceux de la fo. *pedemontana*. *R. ciliifera* fo. *pedemontana* et *R. ciliifera* fo. *montana* sont donc synonymes. STEPHANI avait déjà proposé cette synonymie en 1898.

III. QU'EST-CE QUE *R. BISCHOFFII* VAR. *FIMBRIATA* GOTT., LINDENB. ET NEES ?

Le type de cette variété n'a pas été trouvé dans l'herbier Nees. Le *R. fimbriata* de cet herbier est un *Exormotheca*.

La description donnée par NEES (1847 : 793), «fronde ciliis longioribus crebrioribusque praedita» semble plutôt indiquer qu'il s'agit de *R. gougetiana* var. *erinacea*, voisin de *R. ciliifera*, mais dont le thalle est couvert de longs cils abondants.

Le spécimen n° 1107 de Schiffner Hep. Eur. Exsic., c'est-à-dire *R. Bischoffii* fo. *fimbriata* ne possède pas d'écailles ciliées donc il ne correspond pas à la fo. *pedemontana*. Il n'a pas de longs cils à la face supérieure donc n'appartient pas à la var. *fimbriata*. Il faut, sans doute, le nommer seulement *R. ciliifera*.

IV. VALEUR DES FO. *NORMALIS* SCHIFFN., *LUXURIANS* SCHIFFN., *MAXIMA* LEV. ET JACK, *ARMATA* TRAB. (NOMS INVALIDES)

Citées par SCHIFFNER (1938) et représentées dans Hep. Eur. Exsic. par les spécimens 1106, 1107, 1108, les deux formes *normalis* et *luxurians* se distinguent seulement par la grandeur du thalle et par l'abondance des poils marginaux. Ces caractères étant très variables chez *R. ciliifera*, les deux formes n'ont pas de valeur taxonomique .

R. Bischoffii fo. *maxima* Lev. et Jack mss ■ été mis en synonymie avec *R. gougetiana* Mont. par K. MÜLLER (1906).

La fo. *armata* Trab. correspond, d'après la description, à *R. gougetiana* var. *erinacea* Schiffn.

V. RANG SYSTÉMATIQUE DE *R. LATZELII* SCHIFFN.

SCHIFFNER a distribué dans Hep. Eur. Exsic. n° 1139, un exemplaire de son *R. Latzelii*. Il précise : Orig. Ex.! Dans les Kritische Bemerkungen (1938), il rapproche cette espèce de *R. Henriquesii* et de *R. Bischoffii*.

K. MÜLLER (1940-1954) met *R. Latzelii* en synonymie avec *R. cilifera* fo. *pedemontana*.

Le spécimen 1139 n'a pas de spores, mais les caractères du thalle attestent qu'il appartient au *R. ciliifera*. Il ne semble pas assez abondamment cilié pour être attribué à la fo. *pedemontana*. On doit donc considérer le nom *R. Latzelii* comme synonyme de *R. ciliifera*.

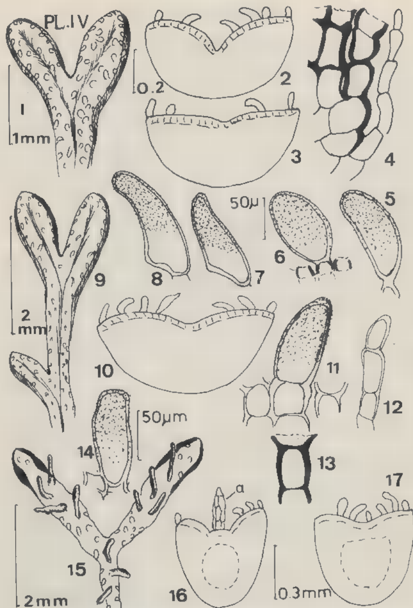
CONCLUSION

Riccia ciliifera Link, espèce très polymorphe, possède des thalles de grandeur variée, à bords soit relevés soit étalés, des cils marginaux rares ou plus nombreux ou très nombreux, des écailles plus ou moins développées munies ou dépourvues de cils marginaux.

L'examen de nombreux thalles conduit à considérer les var. ou fo. *normalis*, *fimbriata*, *luxurians* seulement comme des variations à l'intérieur d'une même espèce. Par contre, il convient de conserver la fo. *pedemontana* (Steph.) K. Müll. La clé suivante permet de distinguer *R. ciliifera* et sa fo. *pedemontana* :

– Sommet du thalle étalé. Écailles ventrales ne dépassant pas le bord du thalle, à marge non ciliée, à cellules de 20-70 x 60-120-(170) µm . . . . *R. ciliifera* Link

– Sommet du thalle à ailes dressées. Écailles ventrales dépassant le bord du thalle, bordées de cils blancs, à cellules de 31-38 x 48-96 µm . . . . *R. ciliifera* fo. *pedemontana* (Steph.) K. Müll.



Pl. IV. – *Riccia papillosa* Moris. 1-8 : isotype. 1 : thalle, face dorsale. 2, 3 : sections du thalle. 4 : détail de la marge du thalle. 5-8 : papilles. – 9-13 : Schiffn. Hep. Eur. Exsic., 1149. 9 : thalle, face dorsale. 10 : section du thalle. 11 : papille. 12 : section de la marge hyaline. 13 : une cellule épidermique déchirée et une cellule sous-épidermique. – 14 : Maroc, Khatouat, une papille dressée, à sommet tronqué. – 15-17 : Italie, Toscane, Jovet et Bischler 819. 15 : thalle mâle. 16, 17 : sections de thalles mâles (a = anthéridie).

III. — *RICCIA PAPILLOSA* MORIS ET *R. SOROCARPA* VAR. *HEEGII* SCHIFFN.

(Pl. IV à VIII)

I. HISTORIQUE

En 1828, MORIS décrit *Riccia papillosa*, espèce à frondes épaisses, linéaires, dichotomes, ponctuées et papilleuses en surface, portant un sillon longitudinal et à sporanges immergés. Le type de ce *Riccia* vivait dans des lieux tourbeux en Sardaigne, à La Maddalena, près de Cagliari.

En 1898, STEPHANI publie la description du *Riccia pseudopapillosa* Lev., espèce monoïque, à «cils» courts, souvent incurvés, à marge obtuse, couverte de «cils», ressemblant à *R. papillosa*, récolté en Autriche.

En 1912, SCHIFFNER décrit, de Basse Autriche, un *R. sorocarpa* var. *Heegii* qui se distingue de *R. sorocarpa* par la présence, sur la face supérieure du thalle, de papilles courtement pyriformes prolongeant des cellules épidermiques. Deux assises constituent l'épiderme supérieur : l'une externe, formée de cellules à paroi mince, l'autre, interne, de cellules à paroi épaissie. Les écailles ventrales, pâles, à parois cellulaires épaisses, plus grandes que chez *R. sorocarpa*, dépassent un peu le bord du thalle. D'après SCHIFFNER, cette var. *Heegii* est monoïque, se rapproche de *R. papillosa* et de *R. pseudopapillosa* et serait, peut-être, une «kleine Art» *(R. Heegii)* proche de *R. sorocarpa*.

Nous voici donc en présence de deux espèces et d'une variété qui paraissent affines. Pour ces trois taxons, les auteurs ont apprécié différemment la valeur taxonomique des caractères morphologiques : forme et disposition des papilles, inflorescence monoïque ou dioïque, grandeur des écailles, diamètre des spores.

K. MÜLLER (1941, 1954) considère les noms *R. papillosa* et *R. pseudopapillosa* comme synonymes. Il admet la diécie de l'espèce. D'autre part, il distingue *R. sorocarpa* var. *Heegii* Schiffn. qui est, comme *R. sorocarpa*, monoïque.

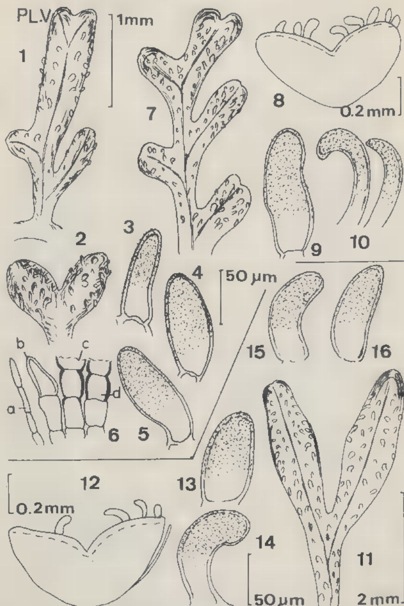
II. EXAMEN DES TYPES.

A. L'isotype de *Riccia papillosa* Moris. — Un isotype de *R. papillosa* m'a été aimablement communiqué par S. Le sachet porte la mention suivante : *Riccia minima* L. *Riccia papillosa* Moris ab ipso accepit Sprengel ! Sardinia, Moris, misit Sprengel 1832. Ce spécimen vivait sur un sol sableux siliceux.

Bien que la récolte soit ancienne, j'ai pu, sans l'endommager, étudier un petit fragment.

Ce fragment, mis en herbier il y a 150 ans, s'est cependant rapidement étalé à l'humidité. Il possède les caractères suivants :

Thalle long de 1.7 mm, bifurqué à 1 mm environ du sommet, pâle à la face supérieure, teinté de rose violacé sur les faces latérales, à sillon bien indiqué, à marge hyaline étroite mais bien distincte. Écailles absentes sur le fragment étudié. Papilles abondantes sur la marge et la face supérieure du thalle, constituées par le prolongement des cellules épidermiques, incolores, digitées, droites



Pl. V. – 1-6 : *Riccia pseudopapillosa* Lev. ex Steph., Schiffn. Hep. Eur. Exsic., 1157. 1 : thalle, face dorsale. 2 : sommet d'un thalle. 3-5 : papilles. 6 : bord latéral de la section du thalle (a = écaille; b = marge hyaline; c = épiderme; d = sous-épiderme). – 7-10 : *R. pseudopapillosa* (PC). 7 : thalle, face dorsale. 8 : section du thalle. 9-10 : papilles. – 11-16 : *R. papillosa* Moris, France, Lamoure, Crozals, 1902. 11 : thalle. 12 : section du thalle. 13-16 : papilles.

ou un peu obliques, certaines en crochet, arrondies au sommet, les marginales parfois plus courtes et plus arrondies, longues de 70-145 µm, à paroi peu épaisse, couvertes de tubercules très fins et abondants sur les 3/4 ou les 4/5 de la papille, à base lisse.

Section du thalle large de 0.7-0.75 mm, épaisse de 0.4-0.45 mm; taches roses dans le tissu, près des bords latéraux; rangée verticale de 4 ou 5 cellules, non soudée au tissu sauf par sa base, parallèle aux deux bords latéraux, correspondant à la section de la marge hyaline du thalle. Épiderme supérieur formé d'une assise de cellules à paroi extérieure brisée, à paroi épaisse à leur base. Sous-épiderme à cellules assez hautes, à paroi épaisse.

Le fragment étudié ne portait ni anthéridies ni archégones.

B. Spécimen de *R. pseudopapillosa* Lev. ex Steph. «e loco classico». — Ne disposant pas du type de *R. pseudopapillosa*, j'ai étudié le spécimen n° 1157 des Hep. Eur. Exsic., noté «e loco classico et unico !», récolté par Schiffner et Baumgartner, en Autriche : Oberhalb Rothenhof bei Stein a. d. Donau, auf Humus bedecktem Gneiss, ca. 250 m, 19 nov. 1901.

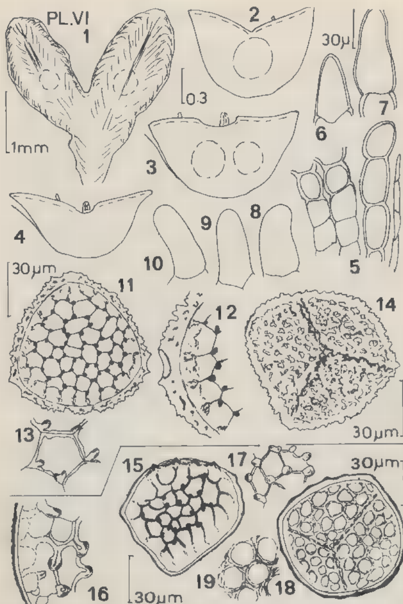
Le thalle peut atteindre 2.2 mm de longueur et jusqu'à 1 mm de largeur. Il porte des taches violettes sur les faces latérales. Les papilles, peu abondantes ou abondantes, longues de 70-120 µm, droites ou un peu arquées, à paroi faiblement épaissie, à sommet arrondi, couvertes de fins tubercules sauf à la base, ressemblent à celles de *R. papillosa*. La section est la même que celle de l'isotype de *R. papillosa*. Il faut donc considérer qu'il n'y a pas de différence entre les deux taxons. Déjà, en 1912, MASSALONGO écrivait : «Quantumque abbia esaminati esemplari autentici di questa entità, tuttavia confesso di non essere riuscito a convincermi della sua autonomia, rispetto alla *R. papillosa*».

C. Le type de *Riccia sorocarpa* var. *Heegii* Schiffn. — Le spécimen type de *R. sorocarpa* var. *Heegii* conservé dans l'herbier Schiffner m'a été communiqué par FH.

Cette variété ayant été décrite en détail par son auteur, il suffit de donner les caractères qui me semblent essentiels et qui ont été vérifiés : thalle atteignant 1.2 mm de largeur, très pâle, à marge hyaline; papilles rares, longues de 85 µm environ, droites, parfois un peu courbes, à paroi mince et lisse; assises épidermique et sous-épidermique ayant des cellules à paroi épaissie; spores de 72-84 µm diam., à 7 ou 8 alvéoles.

Le spécimen n° 1159 de «Hepaticae Europeae Exsiccatae» reconnu par Schiffner comme var. *Heegii*, possède une section identique à celle de *R. sorocarpa*, des papilles longues de 84 µm environ, très peu nombreuses, rarement un peu courbes.

SCHIFFNER (1912) écrit : «Die Ventralschuppen überragen etwas den Fronsrand, sie bestehen aus stark verdickten Zellen und sind bleich». En fait, contre les faces latérales, une assise de cellules à paroi épaisse, non adhérente au thalle sauf par sa base, correspond à la marge hyaline que l'on observe sur le thalle vu par la face dorsale; les écailles sont formées de cellules à paroi très mince et ne dépassent pas la marge du thalle. Il semble donc que Schiffner



Pl. VI. — 1-14 : *Riccia sorocarpa* var. *Heegii* Schiffn., type (FH). 1 : thalle, face dorsale. 2-4 : sections du thalle. 5 : bord latéral de la section du thalle. 6-10 : papilles. 11 : spore, face distale. 12 : fragment d'une spore, aile et passage de l'aile aux alvéoles. 13 : alvéole et murets un peu épaissis. 14 : face proximale. — 15-19 : spores de *R. papillosa* Moris, France, Lamoure, Crozals, 1902. 15 : face distale. 16 : aile et passage de l'aile aux alvéoles. 17 : alvéoles de la partie centrale de la face distale. 18 : face proximale. 19 : alvéoles de la face proximale.

ait confondu l'assise de cellules à paroi épaisse avec une écaille.

III. COMPARAISON DES PRINCIPAUX CARACTERES DE CES TAXONS.

1) L'aspect et la forme du thalle distinguent facilement *R. papillosa* à thalle long et étroit de *R. sorocarpa* var. *Heegii* à thalle plus large par rapport à sa longueur et ressemblant à celui de *R. sorocarpa*.

2) La forme des papilles, leur abondance, leur ornementation sont aussi d'excellents caractères distinctifs.

3) On ne pourra pas toujours utiliser la monécie et la diécie comme caractère spécifique. En effet, chez les *Riccia* les anthéridies apparaissent généralement avant les archégones donc la présence d'anthéridies seules n'implique pas obligatoirement que la plante soit dioïque.

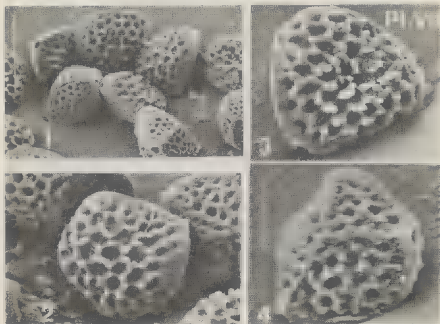
Les auteurs ont admis que *R. papillosa* est dioïque et *R. sorocarpa* var. *Heegii* monoïque (comme *R. sorocarpa*). Sur le spécimen étudié de *R. pseudopapillosa*, ce caractère me semble invérifiable; Schiffner n'a trouvé que des anthéridies ou des archégones mais il a vu une préparation portant à la fois des organes mâles et des organes femelles (l'auteur de la préparation a pu confondre les thalles de deux espèces). L'un des spécimens de *R. papillosa* originaire de Toscane (Jovet et Bischler 819) possède des thalles mâles très étroits portant de nombreuses anthéridies à long col rouge violacé; des thalles femelles existent également, donc *R. papillosa* est dioïque. J'ai vérifié que le type de la var. *Heegii* est monoïque.

4) L'examen des caractères sporaux des spécimens étudiés (sauf ceux de *R. pseudopapillosa* qui est stérile) et d'exemplaires qui leur sont semblables indique d'une part une très grande ressemblance entre les spores de *R. sorocarpa* et celles de sa var. *Heegii*, d'autre part une différence d'ordre spécifique entre les spores de ces deux taxons et celles de *R. papillosa*. Les caractères sporaux peuvent être énumérés ainsi :

– pour *R. sorocarpa* var. *Heegii*, spores de (60)-72-84-(96) µm de diamètre. Face distale à 7-9 alvéoles dans le diamètre, limitées par des murets portant, aux angles, des tubercules assez forts. Près de l'aile, les alvéoles disparaissent et sont remplacées par de fins tubercules. Face proximale à alvéoles nombreuses (30 au moins par facette), petites, mal délimitées par des crêtes sinueuses portant des tubercules très fins et assez abondants. Aile assez large, crénelée sur toute la marge, ruguleuse.

La grandeur et l'ornementation des spores sont donc très semblables à celles des spores de *R. sorocarpa*.

– pour *R. papillosa*, spores un peu plus petites, de 64-80-(84) µm de diamètre, à 6-7-(8) alvéoles dans le diamètre. Face distale à alvéoles présentes presque jusqu'à l'aile ou disparaissant près de l'aile presque totalement, limitées par des murets à tubercules forts. Face proximale à alvéoles peu nombreuses (environ 20 par facette), grandes, très bien ou assez bien délimitées par des murets, non par des crêtes sinueuses. Aile étroite, non crénelée mais seulement bordée de très petits tubercules à peine visibles.



Pl. VII. — *Riccia papillosa* Moris. 1, 2 : spores du spécimen France, Lamoure, Crozals, 1902. 1 : faces proximale et distale. 2 : face distale. — 3, 4 : spores d'un spécimen, Maroc, Larrache, Jovet, 1953. 3 : face distale. 4 : face proximale. Échelle : 1 : 80 µm; 2 : 45 µm; 3, 4 : 40 µm.

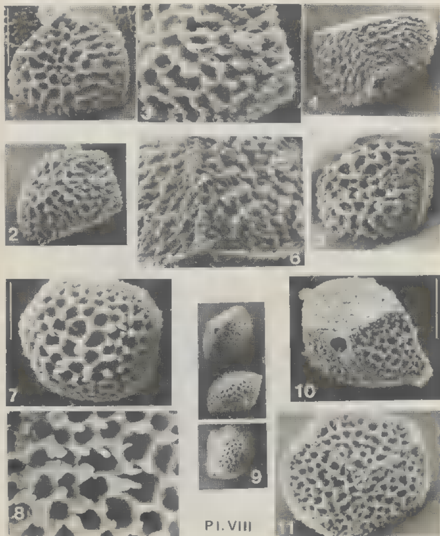
Les caractères des spores indiqués par ZEROV (1961) pour des spécimens qu'il nomme *R. pseudopapillosa* correspondent à ceux des spores de *R. papillosa*.

IV. DISTRIBUTION

R. papillosa possède une aire très vaste mais il est peu abondant dans chacune de ses localités. Il est signalé : a) des régions méditerranéo-atlantique et méditerranéenne (Portugal, Espagne, Sud de la France et Corse, Italie y compris Sicile et Sardaigne, Yougoslavie méditerranéenne, Crète, Tunisie, Algérie, Maroc,

---

Pl. VIII. - 1-4 : *Riccia sorocarpa* var. *Heegii* Schiffn., type. 1, 2, 3 : faces distales. 4 : face proximale. — 5-6 : Schiffn. Hep. Eur. Exsic., 1159. 5 : face distale. 6 : face proximale. — 7-11 : *Riccia sorocarpa* Bisch., Algérie, Jovet et Bischler 76506. 7, 8 : face distale. 9 : trois spores, profil, face distale, face proximale. 10, 11 : faces proximales. - Échelle : 1, 2, 4, 5 : 35 µm; 3, 6 : 18 µm; 7, 10, 11 : 30 µm; 8 : 15 µm; 9 : 70 µm. MEB avec la collaboration technique de Alioune Diop.



Pl. VIII

Canaries); b) de plusieurs pays plus éloignés de la Méditerranée (Autriche, Hongrie, Tchécoslovaquie, Ukraine sub *R. pseudopapillosa*, Asie Centrale dans le Pamir-Alai et le Kyzil Koul).

Il vit, le plus souvent, à faible altitude mais, parfois, à des altitudes moyennes, par exemple, en Algérie, au Col d'Hafir, à 1210 m. En Asie centrale, d'après BOBORADJABOV et MAMATKOULOV (1975), il existe à 3120 m.

R. sorocarpa var. *Heegii* semble très rare mais, étant donné sa ressemblance avec *R. sorocarpa*, il peut passer inaperçu. On le connaît de plusieurs pays : Autriche, Corse, Sardaigne, Maroc, Tunisie et, d'après S. ARNELL (1961. Spécimen non examiné), des Iles du Cap Vert.

V. CONCLUSION

SCHIFFNER (1912) a vu juste en classant le taxon «*Heegii*» dans l'espèce *R. sorocarpa* et K. MÜLLER (1954) a eu raison de suivre SCHIFFNER. En l'absence de spores, la forme et la section du thalle, l'aspect des papilles confirment la synonymie de *R. papillosa* et *R. pseudopapillosa*. Les caractères sporaux qui n'avaient pas encore été décrits avec précision, prouvent l'indépendance spécifique de *R. papillosa* par rapport à la var. *Heegii*. On admettra donc l'existence de deux taxons :

a) *R. papillosa* Moris 1828 (= *R. pseudopapillosa* Lev. ex Steph. 1898)
b) *R. sorocarpa* var. *Heegii* Schiffn. 1912.

La clé suivante facilitera la détermination de ces taxons :

Thalle large de 0.9-1.2 mm. Papilles absentes ou rares, digitées, lisses. Spores (60)-70-(96) μm diam. Face distale à 7-10 alvéoles dans le diam., disparaissant vers l'aile et alors remplacées par des tubercules. Face proximale à ± 30 alvéoles par facette, mal délimitées. Monoïque.

+ Face dorsale du thalle dépourvue de papilles . . . . *R. sorocarpa*

++ Face dorsale du thalle portant de rares papilles . . . . *R. sorocarpa* var. *Heegii*

- - Thalle large de 0.7-1 mm. Papilles nombreuses, finement tuberculées sur les 3/4 supérieurs, les unes digitées, les autres en crochet. Spores 64-80-(84) μm diam. Face distale à 6-7-(8) alvéoles dans le diam., atteignant l'aile ou laissant une zone presque lisse. Face proximale à ± 20 alvéoles par facette, bien délimitées. Dioïque . . . . *R. papillosa*.

BIBLIOGRAPHIE

ARNELL S., 1961 – Hepatics collected in the Cape Verde Islands by Mr Knut Byström. *Bot. Not.* 114, 2 : 176-180.

BISCHOFF G.W., 1835 – Bemerkungen über die Lebermoose, vorzüglich aus den Gruppen

Marchantieen und Riccieen. *Nova Acta Phys. - Med. Acad. Caes. Leop.-Carol. Nat. Cur.* 17 (2) : 1064-1068, pl. 71, I.

BOBORADJABOV B. et MAMATKOULOV I.K., 1975 — Matériaux pour une flore d'Asie Centrale. *In* Flore, systématique et phylogénie des plantes. Acad. Sc. Rép. Sov. d'Ukraine : 160-171.

GOTTSCHE C.M., LINDENBERG J.B.G., NEES C.G., 1846-1847 — Synopsis Hepaticarum : 603, 604, 793, Hamburg, Meissner.

HÜBENER J.W.P., 1834 — Hepaticologia Germanica, Mannheim : 29.

JOVET-AST S., 1972 — Distinction de *Riccia gougetiana* Mont. et de *R. ciliifera* Link, d'après les spores. *Rev. Bryol. Lichénol.* 38, 2 : 161-175.

LINDENBERG J.B.W., 1836 — Monographie der Riccieen. *Nova Acta Phys.-Med. Acad. Caes. Leop.-Carol. Nat. Cur.* 18 : 462-465, Pl. 28, fig. 1.

LINK D.H.F. *in* LINDENBERG J.B.G., 1829 — Synopsis Hepaticarum Europaeum. *Nova Acta Phys. Med. Acad. Caes. Leop.-Carol. Nat. Cur.* 14 (Suppl.) : 119.

MASSALONGO C., 1912 — Le Ricciaceae della flora italica. *Atti Reale Ist. Veneto Sci. Lett. Art.* 71 : 823-892.

MASSALONGO C., 1913 — Nuovi rappresantanti nella flora italica del genere *Riccia*. *Bull. Soc. Bot. Ital.* 8 : 52, 53.

MORIS J.H., 1828 — Appendix ad elenchum stirpium sardoarum. Taurini.

MÜLLER K., 1906-1916 — Die Lebermoose Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz *in* Rabenhorst's Krypt. Flora, 2 Aufl. : 159, 160. Leipzig.

MÜLLER K., 1940 — Die Lebermoose Europas *in* Rabenhorst' Krypt. Flora, VI, 2 : 308-311, Leipzig.

MÜLLER K., 1941 — Beiträge zur Systematik der Lebermoose. II. *Hedwigia* 80 : 105-106.

MÜLLER K., 1954 - Die Lebermoose Europas *in* Rabenhorst's Krypt. Flora, VI, 1, 3 Aufl. : 458-459, Leipzig.

SCHIFFNER V., 1912 — Ueber eine kritische Form von *Riccia sorocarpa* und *Riccia pseudopapillosa. Hedwigia* 53 : 36-40.

SCHIFFNER V., 1938 — Kritische Bemerkungen über die europäischen Lebermoose 23 : 18-19. F. Berger, Horn, N.-D.

STEPHANI F., 1883 — Zwei neue Lebermoose. *Hedwigia* 22, 10 : 145-148.

STEPHANI F., 1898 — Species Hepaticarum I : 8, 14. *Bull. Herb. Boissier* 6, 4 : 315-316. Genève.

ZEROV D.K., 1961 - (Espèce du genre *Riccia* nouvelle pour la flore de l'URSS. *Riccia pseudopapillosa* Lev.) *Ukrajins'k. Bot. Žurn.* 18, 3 : 73-77, en ukrainien, rés. russe et angl.

ZODDA J., 1934 — Flora Italica Cryptogama, IV Bryophyta, 1 : 48, Soc. Bot. Italiana.

COMPOSITION AND SUCCESSION OF BRYOPHYTES AND LICHENS IN AN OUTER COASTAL DUNE AREA IN SOUTHERN SWEDEN

M. MAGNUSSON*

SUMMARY. – The investigation was made in an expanding coastal dune area with successively older ridges extended in an east-west direction. The sand is being stabilized by dune grass vegetation which is inland partly being replaced by a dwarf shrub heath (*Calluna vulgaris* and *Empetrum nigrum*) with invading trees (*Betula verrucosa*, *Pinus sylvestris* and *Quercus robur*). Bryophytes and lichens colonize simultaneously. The latter dominate on the outer dunes and are mainly represented by the *Cladonia* - *Cenomyce* group (*Cladonia glauca*, *C. cornuta*, *C. merochlorophaea*, etc.). Here the bryophytes include *Pohlia nutans*, *Dicranum scoparium* and *Cephaloziella divaricata*. On the north slope of the ridge with still open heath, carpets of *Dicranum scoparium*, and to a lesser degree, of *Cladonia portentosa* cover the ground between the dwarf shrubs. The pioneers may still be found in the closed heath but other species dominate the bottom layer here such as *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*, *Scleropodium purum*, *Dicranum polysetum*, *Cladonia portentosa* and *C. ciliata* var. *tenuis*. On the south slopes with a highly retarded heath colonization, the dune grass vegetation persists with about the same bottom layer as on the outer dunes which, however, gradually becomes overgrown by *Cladonia portentosa*. The final stage in the present-day succession in the area includes oak woods or pine woods both with sparse bottom layer vegetation.

INTRODUCTION

Expanding coastal dune areas offer ideal opportunities for investigations of plant colonizations and successions. A sequence of successively older dune ridges with pioneer vegetation stages at the shore and with increasingly older vegetation landwards make such areas «natural laboratories» for succession studies. Already in the nineteenth century classical investigations of the structure and succession of vegetation on dunes were made by WARMING (1891 and later) and by COWLES (1899). In studies on Danish dunes, WARMING (1909) demonstrated the importance of cryptogams and distinguished dunes dominated by mosses and lichens as special types («mosklitter» and «lavklitter»

* Department of Plant Ecology, Östra Vallgatan 14, S-223 61 Lund, Sweden.

Cryptogamie, Bryol. Lichénol., 1983. 4, 4 : 335-355.

respectively). He established that mosses had an important role as sand-fixers. In later studies bryophytes and lichens have interested workers not only for their usually great abundance but also with regard to relationships between phanerogamic and cryptogamic successions. For example BIRSE and GIMINGHAM (1955) found that, on young dunes, the moss colonization was carried out mainly by species with an upright growth habit and ability to endure some sand accretion. On old fixed dunes with an open phanerogamic vegetation, mosses with a mat growth form reached their greatest importance, while in the final stage – the dune pasture with a nearly complete cover of vascular plants – weft mosses dominated. RICHARDS (1929) found interactions not only between the cryptogams and phanerogams but also between the bryophytes and lichens themselves. Mosses were the pioneers and prepared the ground for the lichens through the formation of carpets. The lichens gradually increased in abundance while the mosses declined in importance. In the final stage, however, the lichens were superseded by the closed phanerogamic vegetation while the mosses could regain their dominance.

In this investigation the bryophyte and lichen vegetation in an expanding coastal dune area with distinct dune ridges of different age, producing north and south facing slopes, in southern Sweden will be treated. The study supplements works by OLSSON et al. (1971) and OLSSON (1974) which mainly deal with the vascular plant vegetation in a type of vegetation earlier neglected by swedish ecologists (PETTERSSON 1965). The first aim of the study is to describe and analyse the distribution and abundance of lichens and bryophytes from sea to land in relation to the vascular plants and to the topography. The second aim is to search for bottom layer successions caused both by the cryptogams themselves and by the vascular plants.

SITE DESCRIPTION

The investigated area is situated in the coastal dune area at Sandhammaren (14°11'E and 55°22'N) in southeastern Skåne, southernmost Sweden. The vegetation along the Swedish sandy coasts may be regarded as a «feebly developed outpost» of that along the sandy shores in northwestern Europe (PETTERSSON 1965). Contributing to the relative poorness of the vegetation are the low contents of calcium carbonate of the sand. At Sandhammaren where the supply of shells from the brackish water of the Baltic is small the calcium contents (calculated as CaO) are less than one per cent (OLSSON 1974). On the contrary $CaCO_3$ contents up to 70-75 % have been reported from the west coast of Britain and Ireland (CHAPMAN 1964).

The dune area at Sandhammaren is composed of an outer part with primary dunes, often as ridges parallel to the shore, and an inner part with secondary irregular dunes. On the outer dunes the vegetation cover is continuous and forms a grass zone (*Ammophila arenaria* and x *Ammocalamagrostris baltica*) and a dwarf shrub heath zone (*Calluna vulgaris* and *Empetrum nigrum*) with scattered

trees (*Betula pendula*, *Pinus sylvestris* and *Quercus robur*). On the inner dunes birch fens (in wet depressions), oak woods and pine woods and *Calluna-Empetrum* heaths are intermingled with patches of sand, either bare or stabilized by *Corynephorus canescens*. The human influence on the inner dunes was previously great due to animal grazing and clearance of trees and bushes (OLSSON 1972).

The site chosen for this study is situated 1.0-1.3 km SSW of the lighthouse at Sandhammaren in an area where the most rapid coastal expansion today takes place and with dune ridges extending in an approximate east-west direction and parallel to the sea (Fig. 1). At the most five distinct ridges can be distinguished (excluding the mobile outermost ridge). Of these number three (counted from the sea shore) is the most pronounced and numbers one and four are missing in part of the area. The innermost ridge, bordering on a birch fen, is partially eroded and contains depressions forming a transition to the inner dune landscape. The first ridge was formed during 1962-69 and the second during 1959-61 (WALLÉN 1980). The other ridges have not been able to date.

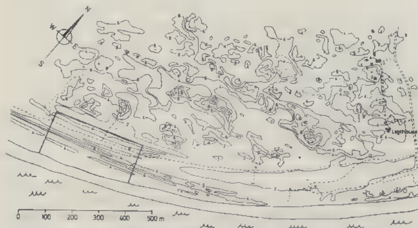


Fig. 1. — A part of the dune area at Sandhammaren with the investigated area indicated. Note the difference between the outer irregular dunes, arranged in ridges, and the inner irregular dunes. The interval between the contours is 2 m.

The distinct zonation of the vegetation also implies a succession (OLSSON et al. 1971, OLSSON 1974) that starts with dune building and sand stabilization by *Ammophila arenaria*, x *Ammocalamagrostris baltica* and to a lesser degree by *Leymus arenarius*. The reduced sand accretion may lead to the appearance of *Corynephorus canescens*, which is common especially in exposed sites. The next stage is the invasion of *Calluna vulgaris* and *Empetrum nigrum* which

gradually form a dwarf shrub heath which is later invaded by birch (*Betula pendula*). The final stage is either an oak wood or pine wood that is formed by colonization of the *Calluna-Empetrum* heath. The pine is not native to the area but spreads from plantations.

OLSSON (op. cit.), who has given flora lists of the bryophytes and lichens and also included these groups in analyses of the vascular plant vegetation emphasizes the importance of the lichen genus *Cladonia* and mosses such as *Pleurozium schreberi*, *Dicranum scoparium* and *Ceratodon purpureus*.

A small road crosses the *Calluna-Empetrum* heath between the two innermost ridges and paths connect this road with the sea. In the eastern part of the area there is a small cottage. Some years ago an area about 100 m in length was accidently burnt off on the innermost ridge to the west of the cottage.

METHODS AND NOMENCLATURE

The distribution and abundance of the lichens and bryophyte species along the inland gradient were analysed by means of 0.25 m^2 quadrats along 7 transects at right angles to the ridges. The quadrats were placed at intervals of 5 m, except near paths and near the road where the quadrats were transferred to the nearest unaffected spot. The transects were 200 m in length, apart from one that was 150 m, and were subjectively laid out in undistributed areas. The distance between the transects varied between 30 and 80 m with the end transects 330 m apart. All transects start with the foredunes and all but one end where the birch fen begins. The deviating transect ends near the road thus excluding the innermost ridge.

The abundance of the bottom-layer species (bryophytes and lichens), the field-layer species (vascular plants except trees) and tree canopy (branches of trees on a level higher than one metre) was estimated in each quadrat as cover in per cent classes ($<$ 1, 1, 2 . . . 5, 10, 20 . . . 100). The only epiphytic species, *Hypogymnia physodes*, was also included in the analysis of the bottom layer on account of the common transitional stages to the epigeic way of growth.

Quadrats representing zones of the transects with corresponding vegetation and topography (level ground, south or north facing slopes) were combined and frequency (the relation in per cent between the number of quadrats in which a species was present to the total number of quadrats in the zone) and mean cover for the different species were calculated. For the analysis of the abundance of species groups the summed up number and cover of including species in each quadrat were calculated whereupon the mean number and mean cover per quadrat and zone were calculated with the variation between the quadrats expressed as 95 % confidence limits ($\pm\ t \cdot \frac{s}{\sqrt{N}}$). The species groups were in addition to the main groups (bottom layer, bryophytes, lichens and field layer) two groups of bryophytes and lichens (described later) representing different rates and kinds of colonization.

The zonation agrees with a common division of acid dunes in northwestern Europe in successional stages, described by for instance WARMING (1909) and CHAPMAN (1964), with modifications in accordance with the topography. Zone 1 comprises both the foredune and yellow (white in Scandinavian literature) dune stage. The colour is caused by the abundance of bare sand. The three next zones comprise the grey dune stage with the colour from accumulating dead leaves of the dune grasses and from lichens. Zone 2 is on level or slightly undulating ground while zone 3 is the gentle north slope of the second ridge (the sequence of all ridges is counted from the sea) and zone 4 the steep south slope of the third ridge. Also zone 6, the south slope of the fourth ridge, is dominated by the grey dune stage (locally in mosaics with the dune heath). The rather indistinct zone 9, the south slope of the innermost ridge, is occupied by a mixture of dune grass vegetation, dune heath and bare sand. The dune heath comprises zone 5, the north slope of the third ridge (partly together with the grey dune stage), zone 7, the north slope of the fourth ridge, zone 8, the level or gently south sloping ground between the innermost ridges, and zone 10, the north slope of the innermost ridge (partly together with a birch, pine and oak wood).

From the field studies and analyses of the vegetation tables it became evident that the bottom layer could be divided into groups of regularly occurring species combinations. These communities are described by quadrats selected from the transects with a homogeneous bottom layer vegetation and named by their dominants. Two communities - the *Cladonia glauca* - *C. merochlorophaea* community on dead *Calluna* and the *Dicranum scoparium* community, which cover only small spots in mosaics with the dwarf shrubs were however not sampled by homogeneous quadrats along the transects why these communities are described by additional subjectively chosen quadrats (also $0.25\ m^2$). Frequency and characteristic mean cover (%) (MALMER 1962) were calculated.

The vegetation analyses were made during July-October 1975 with additional studies of the bottom layer in the permanently marked quadrats during the summer of 1976 after laboratory examinations of collected material. The main problems in the species identifications were the frequent aberrant forms of *Cladonia glauca* resembling *C. squamosa* and *Cladonia portentosa* in shady localities resembling *C. mitis*. The additional quadrats for the community description were analysed in October-November 1976.

Conclusions on bottom layer successions were made through the comparison of the vegetation on different ridges and observations on overgrowing cryptogamic species.

Lecanora subfusca coll., which is common on dead *Ammophila* and *Calluna* but quantitatively insignificant was disregarded.

Zone no.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Salsola kali	2	.	.	.	.		.			.
Elymus farctus subsp. boreali-atlanticus	11	2	.		.		.	.	.	.
Lathyrus japonicus subsp. maritimus	4	12	3		.					.
Leymus arenarius	43^{2}	29	3	.	.		.			.
Honkenya peploides	4	.	.	.	5	.	.		.	.
Festuca rubra subsp. arenaria	17^{2}	22	31	5	.	.	.	.	.	.
x Ammocalamagrostis baltica	95^{10}	94^{5}	86^{6}	40^{2}	17	16	.	2	31	.
Ammophila arenaria	66^{7}	94^{5}	97^{5}	95^{4}	32	21^{1}	23	24	16^{5}	
Hieracium umbellatum	7	19	90	35	32	25	.	14		.
Corynephorus canescens	.	55^{4}	59^{4}	55^{3}	41^{1}	81^{3}	7	7	54^{2}	.
Jasione montana	.	31	41	5	41	17	.			
Carex arenaria		2	17	10	34	100^{1}	75^{1}	69^{2}	11	67
Viola tricolor	.	.	3	.	.	.	.	.		.
Helichrysum arenarium	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Deschampsia flexuosa	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Empetrum nigrum	.	.	17^{2}	10^{1}	53^{6}	.	64^{16}	46^{5}	.	51^{21}
Polypodium vulgare	.	.	15	.	58^{1}	8	29	18		23
Koeleria glauca	.	.	3	.	3	33	.	.	3	.
Calluna vulgaris	.	.	3	.	74^{30}	43^{15}	100^{29}	96^{33}	56^{22}	83^{25}
Salix arenaria	.	.	.	.	11^{4}	.	21^{1}	.	14^{2}	11
Lycopodium clavatum	.	.	.	.	5	.	7	.	.	.
Galium verum	.			.	16	.		11	7	.
Betula pendula	.	.	.	.		.	12	.		20^{1}
Aira praecox	.		.	.		.		4	.	.
Quercus robur	.	.	.	.		.		7^{4}		13^{2}
Melampyrum pratense	.		.	.		.		14		11
Calamagrostis epigejos	.	.	.	.		.		4		40^{1}
Poa pratensis	.			.		.	.	.		.
Convallaria majalis	.	.	.	.	.	.	.	.		7
Pohlia nutans	.	40	41^{1}	5	21	.	16	.	11	
Cephaloziella divaricata	.	10	76^{2}	55	37	92^{3}	15	16	13	.
Dicranum scoparium	.	15	55	26	89^{13}	58	86^{2}	31^{1}	41	20
Ceratodon purpureus	.	6	3	.	.	.		4	.	.
Aulacomnium androgynum	.	2	10	.	16	8			3	15
Lophocolea heterophylla		.	10	.	5	.	7	4		.
Polytrichum piliferum	.	.	1	.	.	.	.	4		.
Dicranum polysetum	.	.	7	.	63^{2}	.	35	11	1	
Pleurozium schreberi	.	.	7	.	17^{3}	.	50^{6}	54^{4}	54	60^{14}
Polytrichum juniperinum		.	.		16	.	.	.	.	
Plagiothecium curvifolium	.	.	.	.	6	.	7	.	.	1
Hypnum jutlandicum	.		.	.	.	.	14	14		33^{1}
Hylocomium splendens	.	.	.		.	.	7	.	.	33^{3}
Brachythecium curtum	.		.	.	.	.		11	.	3
Scleropodium purum			.		.	.	.	.	.	23
Cladonia merochlorophaea	.	81^{4}	100^{5}	96^{3}	24^{1}	100^{4}	85	71	86	27
Hypogymnia physodes	.	88	97	75	100^{2}	67	93^{6}	91^{2}	17^{1}	60
Cladonia subulata	.	78	93^{1}	35	5	42	7	11	14	.
" glauca	.	45	93^{2}	55^{1}	53^{1}	83^{5}	14	19	43	7
" cornuta	.	55	90^{2}	50	44^{1}	92^{2}	21	18	36	.
" fimbriata	.	18	3	.	.	.		.		
" scabriuscula	.	22	48	10	12	25	21	14		.
" coccifera	.	41	56	65	32	93^{2}	35	14	11	
" floerkeana	.	22	62	70	21	75	14	7	21	.
" anomaea	.	18	31	15	21	25	29	11	21	.
" squamosa/glauca	.	10	4	10^{2}	26	33	7	14	7	
" squamosa	.	8	3	10	42	50	50	18		.
" portentosa	.	4	17	25	63^{1}	83^{1}	71^{5}	11^{3}	50^{2}	[illegible]
Coelocaulon aculeatum	.	.	14	20^{7}	11	67	14	7	35^{1}	
Platismatia glauca	.	.	1	5	16	.	.	.	7	-
Cladonia mitis	.	.	3		5	42	7	14	86^{1}	.
" gracilis	.	.	.		11	8	-	15	.	-
" arbuscula	.	.	.		.	8	.	4	.	7
" ciliata var. tenuis	.	.	.			.	54^{2}	29	-	-
" rangiferina	.	.	.	.		.	21	.	.	-
" uncialis	.	.	.				7	.	29	7
Hypogymnia tubulosa	.	.	.	.		.	.	4	.	.
Cladonia indet.	.	41	28	60	21	50^{1}	16	14	57^{3}	.
Bare sand	100^{93}	58^{12}	59^{14}	80^{10}	26^{4}	75^{12}	7^{4}	11^{1}	86^{58}	[illegible]
Cover of canopy layer	.	.	.	.	.					26^{53}
No. of samples	47	49	29	20	19	12	14	28	14	33

Height above mean water level

Table 1. — The result of the vegetation analyses along the transects with quadrats representing zones with corresponding vegetation and topography combined and the frequency and mean percentage cover (the exponent) for the species given. Missing exponent = < 1 %. The topographically surveyed transect is the middle one.

RESULTS

DISTRIBUTION AND ABUNDANCE OF SPECIES

In the outermost zone (zone 1) the sand is too mobile to allow any bryophyte or lichen colonization (Tab. 1).

In the next zone, where more stabilized conditions are manifested by the codominance of *Corynephorus canescens* together with the dune grasses and by accumulating litter, the first bryophytes and lichens appear. They are scattered with dominance of the lichens and have colonized also the outermost part of the zone to the same extent. Among the more common bryophyte species *Pohlia nutans*, *Cephaloziella divaricata*, *Dicranum scoparium* and *Ceratodon purpureus* may be mentioned. The lichens utilize the dune grass litter as a substrate. *Hypogymnia physodes* colonizes the dead leaves before they have fallen to the ground while other species such as *Cladonia merochlorophaea*, *C. glauca*, *C. subulata* and *C. cornuta* colonize the litter on ground.

Isolated occurrences of *Calluna vulgaris* and *Empetrum nigrum* are the most conspicuous new species in the field layer on the north slope of the second ridge (zone 3). The dominance of the lichens in the bottom layer is still more pronounced than in the previous zone. *Cladonia glauca* and *C. merochlorophaea* dominate while *C. cornuta*, *C. subulata*, *Hypogymnia physodes*, *C. coccifera*, *C. floerkeana* are frequent species with usually lower cover values. Of the bryophytes *Cephaloziella divaricata*, *Pohlia nutans* and *Dicranum scoparium* are relatively common while other species, for instance *Pleurozium schreberi* and *Dicranum polysetum* are more occasional.

The steep sun and wind exposed south slope of the third ridge (zone 4) offers very dry conditions reflected in the reduced quantity of bryophytes. The lichens are less influenced than the bryophytes and have rather high frequency values but somewhat lower cover values than in the previous zone. *Coelocaulon aculeatum* is rather common on the summit and along windfurrows in the lower part of the slope.

The north slope of the third ridge (zone 5) is mainly occupied by an open *Calluna-Empetrum* heath with invading trees, mostly birch (*Betula pendula*) but also pine (*Pinus sylvestris*), and to certain degree oak (*Quercus robur*). On the upper part of the slope the dune grasses increase in importance. Of the bryophytes, *Dicranum scoparium* is the most important. This species forms mats between the dwarf shrubs. Another mode of growth is demonstrated by *Pleurozium schreberi* which entangles with the dwarf shrubs. *Dicranum polysetum* is found together with both *Dicranum scoparium* and *Pleurozium schreberi*. The most notable feature among the lichens is the increasing abundance of the *Cladonia-Cladina* group represented by *Cladonia portentosa*. The species grows mostly in association with *Dicranum scoparium* but also entangled with the dwarf shrubs and in the upper part of the slope together with representatives of the *Cladonia-Cenomyce* group already encountered in the outer zones. *Hypogymnia physodes* is common both on aging *Calluna* twigs and in association with *Dicranum scoparium*.

The gentle south slope of ridge four (zone 6) is dominated by a sparse dune grass vegetation together with *Carex arenaria* and *Corynephorus canescens*. *Calluna vulgaris* has invaded the slope in the eastern part of the study area on less sloping ground. *Cladonia* species of the *Cenomyce* group dominate the bottom layer. *Cladonia portentosa* forms mats here and there. Among the bryophytes, *Cephaloziella divaricata* is common while *Dicranum scoparium* is more scattered.

The north slope of the fourth ridge (zone 7) is covered by a closed *Calluna-Empetrum* heath with vigourously growing dwarf shrubs and with scattered tree saplings. Here, *Pleurozium schreberi* is the most common bottom layer species, often growing in mosaics with *Cladonia portentosa*. The small *Cladonia* species are sparse in this zone. *Hypogymnia physodes* is common as an epiphyte on *Calluna* twigs.

The *Calluna-Empetrum* heath, with scattered tree saplings, occupies the largest part of the area between ridges four and five (zone 8). Small patches are dominated by dune grasses or *Corynephorus canescens*. *Calluna vulgaris* is often degenerated and patches with litter from dead heather form mosaics with fresh material. Such a degeneration is restricted mainly to level ground or ground exposed to the south and is particularly characteristic for this dune heath. The colonization of the heather litter resembles that of litter from the dune grasses. The small *Cladonia* species dominate together with *Hypogymnia physodes*, *Dicranum scoparium* and *Cladonia portentosa* (Tab. 2). The latter species forms mats which often have lost in vigour and darkened. The cryptogamic vegetation in dense heath is often reduced with scattered occurrences of for instance, *Hypogymnia physodes*, *Cladonia portentosa*, *C. glauca*, *C. merochlorophaea*, *Dicranum scoparium* and *Pleurozium schreberi*. Patches with well developed mats of *Cladonia portentosa* and *Pleurozium schreberi* are however frequent as well. On grass covered patches *Coelocaulon aculeatum*, *Cladonia mitis*, *C. portentosa*, *C. glauca* and *C. merochlorophaea* may be found.

The border between the heath and the sparse *Ammophila* and *Corynephorus* vegetation (zone 9) on the innermost eroded ridge is often indistinct as *Calluna vulgaris*, in many places, ascends the slope. Similarities with dunes localized further inland, characterized by depressions and bare sand surface, are also obvious in the lichen flora. *Cladonia mitis* and *C. uncialis*, with main distributions in the investigated area on this ridge, are common and are often accompanied by *Coelocaulon aculeatum* and *Lecidea uliginosa*, these species being characteristic of the dunes further inland (MAGNUSSON 1982). The small *Cladonia* species are again encountered where grass litter has accumulated and *Dicranum scoparium* forms mats on north slopes of blowouts.

The north slope of the innermost ridge (zone 10) is covered by a *Calluna Empetrum* heath except below trees (primarily birch) where the sparse field layer reveals mainly *Calamagrostis epigejos*, *Poa pratensis*, *Melampyrum pratense* and *Convallaria majalis*. *Pleurozium schreberi* dominates the bottom layer while *Cladonia portentosa* is often frequent in the upper part of the slope. The cryptogamic vegetation in areas shaded by trees is very sparse and consists

of a few mosses such as *Dicranum scoparium* and *Aulacomnium androgynum*.

ABUNDANCE OF SPECIES GROUPS

Differentiation of bryophytes and lichens

A differentiation within bryophytes and lichens is made according to life strategies. For bryophytes this follows DURING (1979). The colonists are characterized by, for example, a moderately short life span, a high reproductive effort both as asexual and sexual reproduction and usually a short turf growth form. Included in this group are *Pohlia nutans, Dicranum scoparium, Ceratodon purpureus, Aulacomnium androgynum* and *Cephaloziella divaricata*. The latter species, with its strong reliance on asexual reproduction, belongs to a group of species with a strategy that DURING (op. cit.) considers to be derived from the colonist one but resembles that of shuttle species. Among the characteristics of the perennial stayers are a long life span and a low reproductive effort. This group includes *Pleurozium schreberi* and its associates (*Hylocomium splendens, Hypnum jutlandicum, Scleropodium purum, Plagiothecium curvifolium, Brachythecium curtum* and *Dicranum polysetum*).

The two groups of lichens, surface lichens and volume lichens, are distinguished by differences in growth form, rate of spread and competition. The dominating lichens on the outer dunes, i. e. various members of the *Cladonia-Cenomyce* group, have in common a rapid spread into a newly formed habitat, a small individual volume and low competitive ability against other cryptogams and the dwarf shrubs. The group of surface lichens also includes *Coelocaulon aculeatum, Hypogymnia physodes* and *Platismatia glauca*, species with a thallus more or less pressed to the substrate and therefore susceptible to overgrowing. The volume species, primarily represented by the *Cladonia-Cladina* group, can compete with other cryptogams and are able to form mats in the heath. The two other species included in the volume species group, *Cladonia uncialis* and *Cladonia gracilis*, also appear as colonists of bare sand.

Mean number of species

The mean number of field layer species per 0.25 m^2 and zone fluctuates only slightly after an initial increase in the earliest zones, while the corresponding mean number of the bottom layer species is more variable (Fig. 2 a). In the three outermost stabilized zones (zones 2-4) the mean number of lichen and bryophyte species vary in parallel. In the inner zones the fluctuations in species number of lichens and bryophytes are instead inversed and the total number of bottom layer species remains rather constant, but with a low value in the innermost zone.

The mean number of lichen species per 0.25 m^2 (Fig. 2 b) exceeds those of both vascular plants and bryophytes with exception for the north slope of the innermost ridge (zone 10). Especially high numbers are found on the north slope of the second ridge (zone 3) and on the south slopes of the two innermost ridges (zones 6, 9). Low numbers, on the other hand, are found in the innermost

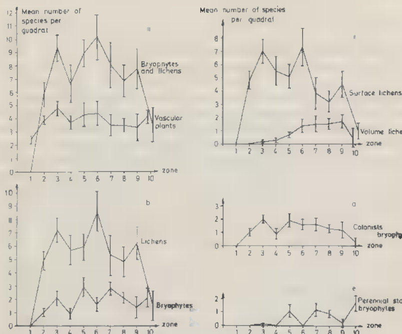


Fig. 2. — Mean number of species per quadrat and zone. The vertical bars indicate the variation calculated as 95 % confidence limits ($\pm\ t \cdot \frac{s}{\sqrt{N}}$). The vegetation analysis material, zonation and number of samples are the same as in Table 1.

zone (10) and in the outermost stabilized zone (2). There are indications of a maximum in the middle of the transect, a finding that is in agreement with results of VAN DER MAAREL and LEERTOUWER (1967) that the highest diversity is reached in the middle of an environmental gradient. The surface lichens make up the bulk of the number of lichen species but, with a decreasing trend landwards (Fig. 2 c). The volume lichens (Fig. 2 c) already exist in the earliest stabilized zone but are very sparse. After a steady increase in number landwards a nearly constant value is reached from the south slope of the fourth ridge (zone 6) and to the north slope of the innermost ridge (zone 10), where the mean again falls. The mosaic of *Cladina* mats and dominating *Pleurozium* mats on the innermost slope causes a large variation in number of volume lichens per quadrat.

The mean number of bryophyte species per 0.25 m^2 (Fig. 2 b) is higher on the north slopes than on the south slopes throughout. This is most pronounced on the third and fourth ridges and to a lesser degree on the innermost ridge. In addition, the mean number is low in the outermost stabilized zone (zone 2).

The mean number is composed to about the same extent of colonists and perennial stayers (Fig. 2 d, e). The colonists represent the bryophytes nearly exclusively in the three outermost stabilized zones with a maximum on the north slope of the second ridge (zone 3). The low mean value on the south slope of the third ridge (zone 4) is also of interest. From the north slope of the third ridge (zone 5) and up to the north slope of the innermost ridge (zone 10) the numbers slowly decrease. Colonists still exist on the innermost ridge although with a low mean number per $0.25 \, m^2$. The stayers do not appear until the north slope of ridge two and then in very low numbers. They are entirely absent from the south slopes of the third and fourth ridges (zones 4, 6) and are sparse on the south slope of the innermost ridge (zone 9).

Mean cover

The mean cover curve of field layer species per $0.25 \, m^2$ and zone (Fig. 3 a) shows that the dune grasses on the outer dunes with a seemingly continuous vegetation cover occupy only 10-30 % of the ground, while the dwarf shrubs contribute to an increasing ground cover with a maximum in the heath between the two innermost ridges (zone 8) where the vegetation cover of the field layer averages 70 %. Lower cover values prevail in zones with both dune grass vegetation and dwarf shrub heath (zones 5, 6 and 9) and in the innermost zone where parts of the heath are shadowed by an increasing tree layer. The patchy colonization of the dwarf shrubs is reflected in large variation between the samples (especially in zones 6 and 9). The mean cover of the bottom layer species (Fig. 3 b) may be of the same magnitude as that of the field layer where this is sparse. A maximum is indicated in the middle zones where the dwarf shrub heath is still open (zone 5) and in the *Ammophila* vegetation on the south slope of ridge four (zone 6). The lichens dominate the bottom layer in dune grass vegetation (zone 2-4, 6 and 9) while the bryophytes codominate the bottom layer in dwarf shrub heath (zones 5, 7, 8 and 10) (Fig. 3 c and 3 d). The surface lichens and colonist bryophytes have their main distribution in the outer and middle zones (Fig. 3 e) but with a low mean cover value on the south slope of ridge three (zone 4). The volume lichens and stayer bryophytes are mainly distributed in the middle and inner zones with maxima on the north slopes (Fig. 3 f).

The variation in mean cover of lichens (Fig. 3 c) is less than the variation in mean number. There is one maximum indicated on the slope of the fourth ridge (zone 6). Large variations between the samples indicate distributions in patches on both slopes of the fourth ridge and on the north slope of the innermost ridge (zones 6, 7 and 10). On the other hand, there is only a small variation in the outermost stabilized zone (2) where the quadrats contain almost equally small amounts of widely scattered lichens. The mean cover curve of surface lichens (Fig. 3 g) resembles much that of lichens (Fig. 3 c) but with a decreasing trend landwards. The mean cover values of volume lichens (Fig. 3 h) are generally low with slightly higher values on the north slopes of the three innermost ridges (zone 5, 7 and 10). In contrast to the surface lichens, the volume lichens have a low mean cover on the south slope of the fourth ridge (zone 6).

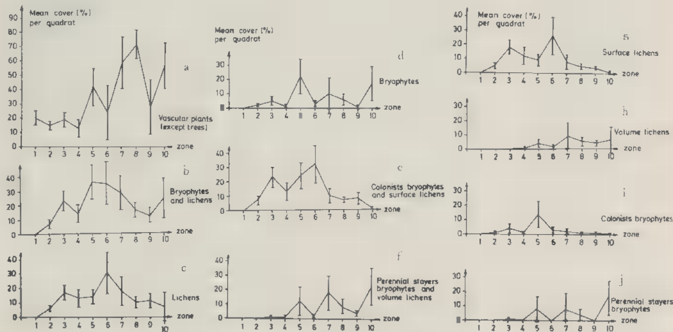


Fig. 3. — Mean cover of species groups per quadrats and zone. The vertical bars indicate the variation calculated as 95 % confidence limits ($\pm t \cdot \frac{s}{\sqrt{N}}$). The vegetation analysis material, zonation and number of samples are the same as in Table 1.

The variation in mean cover of bryophytes (Fig. 3 d) resembles that of the mean number (Fig. 2 b). The main difference is the low contributions of the colonists to the cover in relation to mean species number in the three outer stabilized zones (2-4) and on the south slopes of the two innermost ridges (zone 6 and 9) where they completely, or largely, represent the bryophytes. The poor agreement between the mean number and mean cover of the colonists is evident by comparing Fig. 2 d and 3 i. The colonists are widely scattered, usually with a small individual cover except on the north slope of the third ridge where *Dicranum scoparium* causes a cover maximum. Where the stayers are present they also have a high cover what explains why the mean number curve and mean cover curve are of a similar appearance (Fig. 2 e and 3 j respectively).

BOTTOM LAYER COMMUNITIES

The bottom layer vegetation has been classified into 4 communities (Tab. 2).

The *Cladonia glauca - C. merochlorophaea* community has its main distribution on stabilized dune grass covered dunes but occurs also on patches with dead *Calluna*. The environmental conditions are the same in both types of sites — an open habitat with litter-covered ground. On the fixed dune grass covered dunes two types can be distinguished. One is distributed in zones 2-4 with its optimal development on the north slope of the second ridge (zone 3). *Cladonia glauca* and *C. merochlorophaea* codominate while *Cladonia cornuta*, *C. coccifera*, *C. floerkeana*, *C. subulata* and *Hypogymnia physodes* appear as regular associates but with lower cover values. The bryophytes, above all *Cephaloziella divaricata* and *Pohlia nutans*, play a much less significant role than the lichens and dominate only on small patches. The other type occupies more exposed sites than the former one, nearly exclusively on the south slope of the fourth ridge (zone 6) and is only scattered on the south slope of the innermost ridge (zone 9) and on spots in the heath dominated by dune grasses (zone 8). Besides the abundance of *Coelocaulon aculeatum* the increasing importance of *Cladina*-species, *Cladonia portentosa* and *C. mitis*, is striking. On the south slope of the fourth ridge a microcommunity can be distinguished where «cushions» of *Cephaloziella divaricata* are overgrown by *Cladonia glauca*, *C. coccifera*, *C. cornuta* and *C. merochlorophaea*. The *Cladonia glauca - C. merochlorophaea* community on patches with dead heather is dominated by these species together with *Hypogymnia physodes*. The latter species is already common on upright twigs of degenerating heather. The *Cladina* group is well represented by *Cladonia portentosa*. *Dicranum scoparium* is the only bryophyte of importance.

A *Cladonia glauca - C. merochlorophaea* community associated with dune grass litter has not been found in literature but several of the included species are reported from acid dunes in northwestern Europe. BROWN & BROWN (1969) describe from Blakeney Point, England lichen heaths with among other species *Cladonia glauca*, *C. anomaea* and *Hypogymnia physodes*. ALVIN (1960) has analysed *Ammophila*-dunes from Studland Heath, Dorset, England with for

	The Cladonia glauca – C. merochlorophaea community		The Cladonia portentosa community	The Dicranum scoparium community	The Pleurozium schreberi community
	In dune grass vegetation	On dead Calluna			
Ammophila arenaria	95^{5}	11^{1}	11	44^{2}	10
× Ammocalamagrostis baltica	86^{2}	.	22^{2}	.	10
Betula pendula	.	.	.	.	20^{10}
Calamagrostis epigejos	.	11	11		10^{1}
Calluna vulgaris	9	67^{7}	100^{28}	56^{19}	100^{24}
Carex arenaria	36^{2}	56^{2}	89^{3}	56^{2}	20
Convallaria majalis	.	.	.	.	10
Corynephorus canescens	73^{4}	.	.	22^{2}	.
Empetrum nigrum	14^{2}	22	55^{42}	33^{23}	100^{23}
Festuca rubra subsp. arenaria	36^{5}	.	.	.	.
Galium verum	.	.	.	.	10
Hieracium umbellatum	77^{1}	.	.		.
Jasione montana	41	.	.	.	.
Koeleria glauca	9	.	.	.	
Lycopodium clavatum	.	.	11^{4}	.	10
Melampyrum pratense	.	.	.	.	10
Polypodium vulgare	5	22^{7}	33^{2}	.	50^{3}
Quercus robur	.	.	.	.	20^{50}
Salix arenaria	.	.	.	.	30^{9}
Aulacomnium androgynum	.	.	.	.	10
Brachythecium curtum	.	.	.	.	10
Cephaloziella divaricata	82^{4}	33	11	22	10
Dicranum scoparium	45	89^{3}	67	100^{57}	40
" polysetum	.	11	11^{2}	11^{5}	30^{2}
Hylocomium splendens	.	.	11	.	20^{5}
Hypnum jutlandicum		.	11	.	20^{3}
Plagiothecium curvifolium	.	.	.		10
Pleurozium schreberi	.	22^{5}	44^{2}	11^{1}	100^{45}
Pohlia nutans	32^{4}	.	.	.	.
Polytrichum juniperinum	.	.	.	44^{2}	10^{1}
" piliferum	5		.	.	.
Scleropodium purum	.	.	.	.	20^{1}
Cladonia arbuscula	.	.	22	.	.
" merochlorophaea	100^{7}	100^{16}	78	78	20
" coccifera	91^{2}	56^{1}	11	78^{1}	.
" cornuta	100^{2}	78	22	67	10
" fimbriata	5	.	.	.	.
" floerkeana	100	78	.	.	.
" glauca	100^{12}	100^{20}	11	11	.
" gracilis	5	.	22	11	10
" portentosa	50^{2}	89^{4}	100^{23}	100^{14}	10
" mitis	18^{1}	.	22	22	.
" anomaea	41	11	11	.	.
" rangiferina	.	.	11	.	.
" scabriuscula	45^{1}	.	.	11	20
" squamosa	14^{1}	56	33	22^{2}	.
" squamosa/glauca	18^{1}	.	11^{2}	22^{2}	20
" subulata	91^{2}	.	11	.	.
" ciliata var. tenuis	.	.	44^{5}	.	.
" uncialis	.	.	11	.	.
" indet.	27^{4}	11^{4}	11	44^{1}	
Coelocaulon aculeatum	41	44	11	67^{2}	.
Hypogymnia physodes	86	100^{10}	100^{6}	100^{8}	80^{2}
" tubulosa		11	.	.	.
Lecidea sp.	.	22^{7}		.	.
Parmeliopsis ambigua	.	11		.	.
Platismatia glauca	5	22	11	89^{3}	.
No of samples	22	9	9	9	10

The distribution and number of samples according to the zonation:

Zone no	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
The Cladonia glauca – C. merochlorophaea community										
In dune grass vegetation			16			6				
On dead Calluna					1	2		6		
The Cladonia portentosa community					1		2	3	1	2
The Dicranum scoparium community					9					
The Pleurozium schreberi community					2		1	2		5

Tab. 2. – The distinguished bottom layer communities described by homogeneous quadrats. The numbers indicate frequency and characteristic mean cover (%) (the exponent). Missing exponent = <1 %.

instance the following lichens : *Cladonia subulata, C. scabriuscula, C. chlorophaea - C. fimbriata* group and *C. anomaea*. According to BÖCHER (1969) *Cladonia glauca* and *C. coccifera* are seldom missing on Danish grey dunes. TØNSBERG and HØILAND (1980) found at Lista, SW Norway on stabilized *Ammophila*-dunes among other species : *Cladonia pyxidata, C. merochlorophaea, C. anomaea, C. scabriuscula, C. subulata, C. coccifera* and *C. glauca*. A community similar to the *Cladonia glauca - C. merochlorophaea* community on *Calluna*-litter has been described as a *Cladonia glauca Parmelia (physodes)* sociation by BÖCHER (1941 a, p. 88).

The *Cladonia portentosa* community has its optimal development in the heath on the north slopes on the three innermost ridges where it is usually accompanied by other *Cladina* species - in decreasing order of abundance *Cladonia ciliata* var. *tenuis, C. mitis, C. arbuscula* and *C. rangiferina*. A fragmentary type of the community represented by *Cladonia portentosa* alone or together with *C. mitis* is found associated with *Dicranum scoparium* carpets and on the fixed dune grass covered dunes from the south slope of the fourth ridge and landwards. KLEMENT (1955) distinguished a type of the *Cladonia mitis* community (*Cladonietum mitis*) called atlanticum, in which *Cladonia portentosa* is one of the differential species, with a distribution in Middle Europe in the northwestern part demanding an oceanic climate with abundant precipitation.

The *Dicranum scoparium* community has its restricted distribution on the north slope of the third ridge where this moss forms mats in the open dwarf shrub heath. Other bryophytes are sparse with *Polytrichum juniperum* as the most common associate. The moss carpet is characteristically overgrown by lichens, *Cladonia portentosa, Hypogymnia physodes, Platismatia glauca, Coelocaulon aculeatum, Cladonia coccifera* and *C. merochlorophaea*.

A rather similar *Dicranum scoparium* dominated vegetation, although not classified as a particular community, has been analysed by BÖCHER (1941 b, Tab. 1, Plot 7) from Skagen, northernmost Denmark on north-facing ground with *Calluna vulgaris* in the field layer.

The *Pleurozium schreberi* community is best developed on the north slopes of the three innermost ridges as bottom layer in the closed dwarf shrub heath. *Pleurozium* dominates allowing few other species to be of importance, mainly *Dicranum polysetum, Hylocomium splendens, Hypnum jutlandicum* and *Scleropodium purum*. *Pleurozium* communities *(Pleurozion)* are very common in Sweden and are especially characteristic for needle forests (KRUSENSTJERNA 1945).

DISCUSSION

ABUNDANCE RELATIONS

The obvious maximum in mean number of lichen species per quadrat on the south slope of ridge four (zone 6) is the result of a high cover but also of a high number of available species, several with high frequencies (Tab. 1). The position

of the slope along the transect implies possibilities both for the establishment of surface lichens and volume lichens.

The bryophytes are certainly represented both by colonists and perennial stayers on the north slope of ridge three (zone 5) where they have a cover maximum, but this is largely caused only by one species *(Dicranum scoparium)*. The other species are less frequent (often restricted to the dwarf shrubs), which is why a high number of species per quadrat cannot be reached.

An expected increase in number of vascular plants per quadrat where the dune grass vegetation and dwarf shrub heath are intermingled does not occur due to the dominance of one or other of the vegetation types being too great in the transition zone. The dominance of the dune grasses on the north slope of ridge two (zone 3) and the dominance of the dwarf shrub heath on the north slope of ridge three (zone 5) indicate a wide successional gap between these two ridges.

The low competitive ability of the surface lichens against the vascular plants is most evident when the variation inland in mean species number of the former is compared with the variation in mean cover of the latter which to a great extent are inverted. The small variation in the mean number and mean cover of the volume lichens indicates a more independent relation between this group and the vascular plants. The dry conditions on the south slope of the fourth ridge (zone 6) may be responsible for a low cover of the volume lichens. *Cladonia portentosa*, the dominating volume lichen here, is according to AHTI (1961) dependent upon a constant humidity of the air. The lower mean number of volume lichens is primarily caused by a lower available number of species and to a lesser degree by a larger individual size.

To judge by the slow decrease in the mean number of colonist bryophytes inland the influence of the vascular plants on these cryptogams is small. The mean cover, however, reveals that the colonists attain a peak cover value at a certain stage where the considerable increase in ground cover of the vascular plants is initiated by the invasion of the dwarf shrubs. The variation in mean cover and mean number of the perennial stayers illustrates the dependence of these bryophytes on the moist conditions that are achieved as a result of the topography (north slopes) and a dense field layer vegetation.

The abundance and distribution of the cryptogamic groups on the dune grass covered dunes seem to be primarily determined by environmental conditions and less by direct competition between the small species. The dominance of the lichens over the bryophytes on the dune grass covered dunes is surely a result of a better drought resistance in an environment exposed to extreme drying, at least on south slopes.

In the dwarf shrub heath with a less extreme environment for the bottom layer the relative amounts of lichens and bryophytes are regulated by direct competition between the larger species present here with a continuous growth in such a way that the bryophytes are more competitive on the moister sites, especially the lower part of the north slopes. The abundance of lichens also on north slopes is a result of the dry conditions caused by the sandy material.

Investigations on eskers (PÅHLSSON 1969, 1974) with mixed soil fractions have shown that lichens are abundant on south slopes but are sparse on north slopes where bryophytes are vigorously growing.

SUCCESSION OF SPECIES

The simultaneous colonization by lichens and bryophytes on the outermost stabilized dunes at Sandhammaren differs from the conditions along Western European dunes where a pioneer moss stage with for instance, *Tortula ruralis*, is generally found (BÖCHER 1969, CHAPMAN 1964, ELLENBERG 1978). The early mosses both consolidate the sand surface and leave organic material (DUCKER 1960, ELLENBERG op. cit.) thus preparing the ground for the lichens. RICHARDS (1929) found young lichen thalli nearly always in moss tufts, and therefore regarded the pioneer mosses as necessary for the lichen colonization. ALVIN (1960), on the other hand, also found colonizing lichens associated with grass debris. The importance of humus (e. g. from *Ammophila* and mosses) for the establishment of lichens was further emphasized by BROWN & BROWN (1968, 1969) when they found that an increasing stability and humus content of the sand was related to increasing cover and species diversity. At Sandhammaren the roles of the pioneer mosses are entirely taken over by the dune grasses.

ALVIN (1960) remarked that the more important *Cladonia* species on the young dunes produced soredia and regarded this feature as a way of achieving rapid establishment in an environment exposed to inundation by sand. At Sandhammaren the lichens on the outer dunes also are sorediate, a statement that is modified by *Cladonia merochlorophaea* and *C. coccifera* with sparse or missing soredia but with soredia-like areolated or granular, gradually disappearing, cortex. The potential for a rapid spread by *Cladonia merochlorophaea* is increased by the occurrence of apothecia. A fast establishment of the pioneer lichens is at Sandhammaren a necessity not only for escaping inundation by sand but above all for arriving before more competative but more slowly colonizing cryptogams and vascular plants. The main reason for the low occurrence of the *Cladina* species on the outer dunes is probably a less effective mode of propagation. The generally more exposed conditions on the outer dunes may contribute to a low abundance of the dominating species *Cladonia portentosa* on account of its dependence on a constant humidity (AHTI 1961). More protected and moister conditions are, however, certainly present on the north slope of the second ridge. *Cladina* species propagate through thallus fragmentation, conidia and ascospores (AHTI 1961) of which the spores need the association with an alga for establishment. These species form a large biomass, and a late colonization, when the conditions are more stable, is probably an advantage.

In the bryophyte colonization process a combination of differences in mode of propagation and in moisture requirements seems to be of importance. While the pioneer bryophytes (colonists) regularly form propagules, spores or gemmae, species included in the perennial stayers only rarely form sporophytes. Although two species belonging to the latter group, *Pleurozium schreberi* and *Dicranum*

polysetum, have been noted together with the dune grasses the perennial stayers are otherwise so intimately associated with the dwarf shrub heath, that an expansion outside this habitat appears unlikely. Through an increased water-holding capacity due to accumulation of humus and increasing wind protection a more stabile microclimate can be expected in the heath than in the grass vegetation. Less varying moisture conditions probably also explain why *Dicranum scoparium* forms carpets in the open north-facing dwarf shrub heath and is only scattered on the outer dunes. In addition, a necessary condition is that this moss can colonize and expand before the more competitive *Cladina* species (mainly *Cladonia portentosa*). GIMINGHAM et ROBERTSON (1950) include the growth form of *Dicranum scoparium* in the tall turfs, which is important especially where the humidity is high. Thus a moisture gradient in addition to a sand accretion gradient was suggested by BIRSE & GIMINGHAM (1955) to explain the main trends in the distribution of three bryophytic stages on dunes with the dominating growth forms : short turfs (most important species *Bryum pendulum*), mats (most numerous species *Brachythecium rutabulum*) and wefts (for instance *Hylocomium splendens* and *Pleurozium schreberi*).

It is interesting to note that in the innermost zone, where the invasion of birch means a further step in the succession of the vascular plants among the bryophytes implies a reestablishment of a colonist stage with, for instance, *Dicranum scoparium* and *Aulacomnium androgynum*. The shading from the trees results in a dying off among the heath plants, resulting in open patches which allow some recolonization of the pioneer bryophytes.

SUCCESSION OF COMMUNITIES

The suggested successions are summarized in Fig. 4.

The *Cladonia glauca* - *C. merochlorophaea* community on dune grass litter can probably persist for long periods only on south slopes where the invasion of the *Calluna* - *Empetrum* heath is strongly retarded. Nevertheless, the community does not escape overgrowing by *Cladonia portentosa* and a slow succession to the *Cladonia portentosa* community may be expected. On north-facing ground the dwarf shrubs and *Dicranum scoparium* reduces the distribution of the *Cladonia glauca* - *C. merochlorophaea* community to the upper dry part of the slope, as can be seen today on ridge three. The *Cladonia portentosa* community is superior as a result of overgrowing not only to the *Cladonia glauca* - *C. merochlorophaea* community but also to the *Dicranum scoparium* community. The increasing closure of the dwarf shrub heath implies that the remaining patches with the latter communities disappear while patches with *Cladonia portentosa* partly seem to emerge directly into the heath. The closure of the heath implies possibilities for the *Pleurozium schreberi* community to colonize and expand in the bottom layer. On level ground the original *Cladonia glauca* - *C. merochlorophaea* community gradually becomes overshaded by the dwarf shrubs, possibly via a *Cladonia portentosa* rich stage, and a heath originates as on the north slopes either with a sparse bottom layer or with *Cladonia portentosa* and *Pleurozium schreberi* mats.

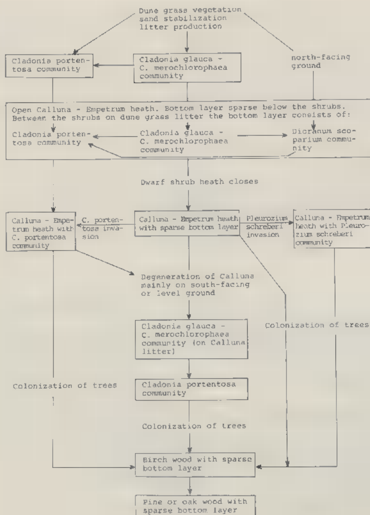


Fig. 4. — Succession of the bottom layer, with restrictions in accordance with the topography, in relation to the succession of the vascular plants.

The heath that includes the *Pleurozium schreberi* community represents a moist growing habitat that is mainly stable. When the heath types with the *Cladonia portentosa* community and with a sparse bottom layer occupy similar moist habitats they can also be regarded as stable but when they occupy dry sites, mainly on level or south-facing ground, they run the risk of degeneration. The *Cladonia glauca* - *C merochlorophaea* community that colonizes patches

that originate through such a degeneration is followed by the *Cladonia portentosa* community – a development that closely resembles one described by BÖCHER (1941 b, 1952).

The birch intermediate forest type brings about a nearly complete extinction of the heath and its bottom layer as observed today on the innermost ridge. A continued sparse cryptogamic vegetation can be expected also in the two final forest stages today formed by oak and pine, which are described in detail by OLSSON (1971, 1974).

ACKNOWLEDGEMENT

I thank Professor Nils Malmer and FL Anders Larsson for revisions and criticism of the manuscript. I also thank Peter Mellergaard, Copenhagen, Tor Tønsberg, Trondheim and Havaard Østhagen, Oslo for species determinations.

REFERENCES

AHTI T., 1961 – Taxonomic studies on reindeer lichens (*Cladonia* subgenus *Cladina*). *Ann. Bot. Soc. Zool.-Bot. Fenn. «Vanamo»* 32 (1) : 1-160.

ALVIN K.L., 1960 – Observations on the lichen ecology of South Haven Peninsula, Studland Heath, Dorset. *J. Ecol.* 48 : 331-339.

BIRSE E.L. and GIMINGHAM C.H., 1955 – Changes in the Structure of Bryophytic Communities with the Progress of Succession on Sand-dunes. *Trans. Brit. Bryol. Soc.* 2 : 523-531.

BÖCHER T.W., 1941 a – Vegetationen paa Randbøl Hede med saerlig hensyntagen till det fredede areal. *Biol. Skr.* 1 (3) : 1-234.

BÖCHER T.W., 1941 b – Beiträge zur Pflanzengeographie und Ökologie Dänischer Vegetation. 1. Über die Flechtenheiden und Dünen der Insel Läsø. *Biol. Skr.* 2 (1) : 1-38.

BÖCHER T.W., 1969 – Klitvegetation. *Danmarks Natur* 4 : 252-293.

BROWN D.H. and BROWN R.M., 1968 – The lichens of Blakeney Point, Norfolk. *Lichenologist* 4 : 1-15.

BROWN D.H. and BROWN R.M., 1969 – Lichen communities at Blakeney Point, Norfolk. *Trans. Norfolk Norwich Naturalists' Soc.* 21 : 235-250.

CHAPMAN V.J., 1964 – Coastal Vegetation. Oxford.

COWLES H.C., 1899 – The ecological relations of the vegetation on the sand dunes of Lake Michigan. *Bot. Gaz. (Crawfordsville)* 27 : 95-117, 167-202, 281-308, 361-391.

DUCKER B.F.T., 1960 – The Bryophytes of Scolt Head Island. In : STEERS J.A. ed., Scolt Head Island. Cambridge.

DURING H.J., 1979 – Life strategies of Bryophytes : a preliminary review. *Lindbergia* 5 : 2-18.

ELLENBERG H., 1978 – Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. 2, völlig neu bearb. Aufl. Stuttgart.

GIMINGHAM C.H. and ROBERTSON E.T., 1950 — Preliminary Investigations on the Structure of Bryophytic Communities. *Trans. Brit. Bryol. Soc.* 4 : 330-344.

KLEMENT O., 1955 — Prodromus der mitteleuropäischen Flechten-gesellschaften. *Feddes Repert. Spec. Nov. Regni Veg. Beih.* 135 : 5-194.

KRUSENSTJERNA E. von, 1945 — Bladmossvegetation och bladmossflora i Uppsalatrakten. *Acta Phytogeogr. Suec.* 29 : 1-255.

MAAREL E. VAN DER & LEERTOUWER J., 1967 — Variation in vegetation and species diversity along a local environmental gradient. *Acta Bot. Neerl.* 16 : 211-221.

MAGNUSSON M., 1982 — Composition and succession of lichen communities in an inner coastal dune area in southern Sweden. *Lichenologist* 14 (2) : 153-163.

MALMER N., 1962 — Studies on mire vegetation in the Archaen area of Southwestern Götaland (South Sweden). I. Vegetation and habitat conditions on the Akhult mire. *Opera Bot.* 7 (1) : 1-322.

OLSSON H., ANDERSSON C.T. & JONSSON K., 1971 — Naturvårdsundersökningar inom Sandhammarenområdet, Skåne. *Medd. forskargr. Skötsel av naturreservat* 12 : 1-63. Adv. ekologisk botanik. Lund (Mimeogr.).

OLSSON H., 1972 — Vegetationsförändringar inom Sandhammarenområdet. *Skånes Natur* 59 : 92-105.

OLSSON H., 1974 — Studies on South Swedish sand vegetation. *Acta Phytogeogr. Suec.* 60 : 1-170.

PETTERSSON B., 1965 — Maritime Sands. In : The plant cover of Sweden. *Acta Phytogeogr. Suec.* 50 : 105-110.

PÅHLSSON L., 1969 — Vegetation, microclimate and soil moisture of beechwood and open pasture land on the esker Knivsås, Central Scania. *Oikos* Suppl. 12 : 87-103.

PÅHLSSON L., 1974 — Relationship of soil, microclimate, and vegetation on a sandy hill. *Oikos* 25 : 21-34.

RICHARDS P.W., 1929 — Notes on the ecology of the bryophytes and lichens at Blakeney Point, Norfolk. *J. Ecol.* 17 : 127-140.

TØNSBERG T. and HØILAND K., 1980 — A study of the macrolichen flora on the sand-dune areas on Lista, SW Norway. *Norweg. J. Bot.* 27 (2) : 131-134.

WALLEN B., 1980 — Changes in structure and function of *Ammophila* during primary succession. *Oikos* 34 : 227-238.

WARMING E., 1891 — De psammophila Formationer i Danmark. *Vidensk. Meddel. Dansk Naturhist. Foren. Kjøbenhavn* 1891 : 153-202.

WARMING E., 1909 — Dansk plantevaekst 2 : 1-376. Klitterne. København og Kristiania.

THE STATUS OF
CAMPYLOPUS HEMITRICHIUS (C. MUELL.) JAEG.

B.C. TAN*

ABSTRACT. – Many Philippine specimens of *Campylopus hemitrichius* (C. Muell.) Jaeg. were confused with *C. aureus* Bosch et Sande Lac. The taxonomic relationship between the two taxa is clarified based on newly observed characters. New synonyms of the two taxa and their lectotypes are proposed. *Campylopus aureus* is reported as new to the Philippine moss flora.

Campylopus hemitrichius (C. Muell.) Jaeg. was first described by C. MUELLER (1874) as *Dicranum (Campylopus) hemitrichium*. The holotype is a sterile Philippine collection made by G. Wallis from a mountainous region on the Luzon Island. The taxon has been accepted as a Philippine endemic until BARTRAM reported it from Borneo (1936) and New Guinea (1957).

BARTRAM (1939) provided a detailed description of the species including the sporophytic features based on several Philippine collections. Some of these are types of earlier species of Philippine *Campylopus* described by BROTHERUS which were reduced to synonyms of *C. hemitrichius* by BARTRAM (1939). These synonyms are *Campylopus foxworthyi* Broth., *C. copelandii* Broth., *Dicranodontium brachydictyon* Broth. and a *Dicranum purpurascens* C. Muell.

Campylopus hemitrichius, as defined by BARTRAM (1939), is a robust, golden brown species forming dense tufts. The key characters used in distinguishing this species from its related taxa in subgen. *Campylopus* Brid. are the well differentiated alar cells, the presence of hyaline hairpoints and the smooth costa without abaxial ridge formation or lamellae.

A recent examination of all the types of Philippine taxa treated as synonyms of *Campylopus hemitrichius* (BARTRAM 1939) reveals that the collections actually represent two distinct species.

* Department of Botany, CAS, University of the Philippines at Los Baños, College, Laguna, The Philippines.

Cryptogamie, Bryol. Lichénol., *1983, 4, 4 : 357-361.*

1. *Campylopus aureus*, *C. foxworthyi* and *Dicranum purpurascens*

The type of *Campylopus foxworthyi* consists of small to medium sized plants, less than 5 cm tall, in loose tufts owing to the slender stems and branches. The leaves are rather appressed in habit with only the hairpoints becoming erect-spreading or flexuous in all directions. The alars of vegetative leaves,

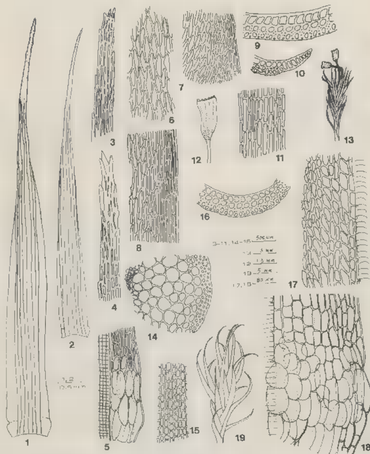


Fig. 1-13 : *Campylopus aureus*. – 1 & 2 : Leaves. 3 & 4: Leaf apices. 5 : Alar cells. 6 & 7 : Upper laminal cells. 8 : Basal marginal leaf cells. 9 & 10 : Cross-section of leaf and leaf costa. 11 : Abaxial surface cells of leaf costa. 12 : Capsule. 13 : Plant habit. (Fig. 1-9 based on syntypes of *C. aureus*; 10-13 based on lectotype of *C. foxworthyi*).

Fig. 14-18 : *Campylopus hemitrichius*. – 14 : Cross-section of stem. 15 : Abaxial surface cells of leaf costa. 16 : Cross-section of leaf costa. 17 : Upper leaf cells. 18 : Alar cells. 19 : Plant habit. (Fig. 15-19 based on the lectotype of *Dicranum hemitrichium*; the rest based on the holotype of *Dicranodontium brachydictyon*).

especially those below the comal shoots, are often hyalinous and are only weakly differentiated, although occasionally they may become also well developed (Fig. 5). The abaxial surface of the leaf costa above the middle level consists of elongate to oblong-rectangular cells. Cross section of the costa shows no lamellar formation but clearly differentiated abaxial epidermal cells. Capsules are erect, oblong, strongly papillose at base and sulcate when dry. The isotype of *Dicranum purpurascens* C. Muell. at FH is identical with the type of *C. foxworthyi* in all major features except being larger in size and in sterile condition.

Further comparison of the types of *Campylopus foxworthyi*, *Dicranum purpurascens* C. Muell. and the syntypes of *Campylopus aureus* Bosch et Sande Lac. proves that the three taxa are conspecific. The Philippine specimens examined match well with the illustration of *Campylopus aureus* found in Bryologia Javanica (1858, Part 1, Plate 67) in all aspects.

Campylopus aureus is a widespread Indo-Pacific species (GANGULEE 1971) ranging from southern India, Sri Lanka, Java, Celebes, New Guinea, southward to New Caledonia and northward to Taiwan. Its presence therefore in the Philippines is to be expected. It is a new addition to the known Philippine mosses.

Campylopus aureus is rather variable in the following characters : plant size, length of hairpoint, breadth of leaf border, degree of alar differentiation. As mentioned above, the Philippine plants range from small to medium sizes. In a few cases, stems may grow to 9 cm tall as in one New Guinean collection (Brass 22965) producing several comal tufts in succession (cf. Bryologia Javanica, 1858, Part I, Plate 67). GANGULEE (1971) described and illustrated the alars of the Indian plants as being prominently differentiated but not bulging or auriculate. In contrast, the Bryologia Javanica (Plate 67) (DOZY & MOLKENBOER 1855/1861) showed them to be almost non-developed. DIXON (1935) stated that the Bornean specimens have large, auriculate alar regions, but that otherwise, they agree in general with the Javan plants. In Philippine plants, leaves with and without alar differentiation can be seen on the same stem. Perhaps it is this inconsistency in the leaf alar development which has confused many bryologists, including BARTRAM, over the true identity of *Campylopus aureus*.

Campylopus aureus Bosch et Sande Lac., Bryol. Jav. 1 : 80, 67. 1858. – **Syntypes** : Java, communicated by Rochussen (L); in Mandalawangi, Junghuhn (L, H-BR).

– *Campylopus foxworthyi* Broth., *Philipp. J. Sci.* 5 : 139. 1910 (*«Foxworthyi»*). — **Lectotype nov.** : Mt Pinatubo, Zambales Province, Luzon Island, F. Foxworthyi, Bur. Sci. 2552 (H-BR), 2544, 2549, 2551 (H-BR, syntypes).

– *Dicranum purpurascens* C. Muell., *Linnaea* 38 : 552. 1874, *hom. illeg.* – *Dicranodontium purpurascens* (C. Muell.) Broth., Nat. Pfl. 1 : 336. 1901. – **Lectotype nov.** : Insular Philippines, reg. montosa, 1871, G. Wallis (FH-Bartram Herb.).

– *Campylopus merapicola* C. Muell., Gen. Musc. Frond. : 266. 1900, *nom. nud.*

Philippines. Luzon Is. Mt Data, Tan & Aguila 81-70 (as *C. hemitrichius*, H); Mt Pulog, Jacobs B 168 (S); Mt Pauai, 1918, Santos, Bur. Sci. 32066 (H-BR), Williams 1855 (H-BR). **Indonesia.** Java, 1887, Warburg (as *Campylopus merapiculus* C. Mueller, H-BR); Ardjoeno bei Lalidjiwa, 1901, Fleischer (H-BR). Celebes, am Pik von Bonthaon, Warburg (H-BR). **New Guinea.** Milne Bay District, Mt Dayman, Brass 22965 (as *Campylopus hemitrichius*, H). **Sri Lanka.** auf dem Gipfel des Naminacula bei Badulla, Fleischer, Musci Archipel. Indici 113 (H-BR). **China.** Taiwan, 1903, Faurie 28, ex Herb. J. Cardot (H-BR).

2. ***Campylopus hemitrichius, C. copelandii* and *Dicranodontium brachydictyon***

The types of *Campylopus copelandii* and *Dicranodontium brachydictyon* are robust plants ranging from 5-12 cm tall and forming thick and dense tufts. The leaves are erect-patent to wide spreading, with the slender acumens clearly falcate-secund, giving at times the specimens a *Dicranodontium*-like appearance. The leaf apices rarely develop coarse hyaline tips as seen in the type of *Campylopus aureus* and *C. foxworthyi*. Alars are usually strongly differentiated, often auriculate and are purplish to reddish in color. Abaxial surface of the leaf costa characteristically consists of quadrate to short rectangular cells in the upper two third portion. Capsules are erect, oblong, sulcate when dry, and weakly papillose at base.

Are *Campylopus copelandii* and *Dicranodontium brachydictyon* conspecific with *Campylopus hemitrichius* ? The protologues of the three taxa under discussion are vague in their respective diagnostic characters. In the herbaria, many collections so-named *Campylopus hemitrichius* from the Philippines and New Guinea are referrable to *Campylopus aureus*. Fortunately in the Fleischer Herbarium (FH), there is a packet labelled «*Dicranum (Campylopus) hemitrichium* C. Muell.» with the locality set in Luzon, Philippines and collected by Wallis. The included plants are all sterile, but ample in quantity for detailed comparison to show its agreement in nearly all aspects with the types of *Campylopus copelandii* and *Dicranodontium brachydictyon*. However, a specimen with similar label in the Bartram Herbarium (FH) is a *Campylopus aureus*. It may be that the original collection of *Dicranum hemitrichium* contains a mixture of two taxa. In as much as the original collection of Wallis can not be located in the C. Mueller Herbarium (Frahm, pers. comm.) and in order to preserve the long usage of the species name *C. hemitrichius*, the collection at the Fleischer Herbarium is hereby designated as the lectotype of *Dicranum hemitrichium* C. Muell.

Obviously, *Campylopus hemitrichius* is closely similar to *C. aureus* in many external features. But the two taxa can be easily separated by the differences in the size and shape of the abaxial surface cells of the leaf costa among others (Fig. 11 and 15).

Campylopus hemitrichius (C. Muell.) Jaeg., *Ber. S. Gall. Naturw. Ges.* 1877-78 : 348. 1880 (Ad. 2 : 648). -- *Dicranum hemitrichium* C. Muell., *Linnaea* 38 : 553. 1874. **Lectotype nov.** : Insular Philippines, reg. montosa, 1871, G. Wallis (FH-Fleischer Herb.).

– *Campylopus copelandii* Broth., *Leafl. Philipp. Bot.* 6 : 1973. 1913 («*Copelandii*»). — **Holotype** : Philippines, Luzon Island, Mt Banahao, II. 1913, Copeland 830 (H-BR).

– *Dicranodontium brachydictyon* Broth., *Philipp. J. Sci.* 31 : 278. 1926. — **Holotype** : Philippines, Luzon Island, Bontoc Sub-province, Mt Pukis, III. 1920, Romos & Edaño, Bur. Sci. 38253 (H-BR).

Philippines. Luzon Island, Mt Tabayoc, Jacobs B 626, B 465, B 464, B 587, B 452 (S); Mt Santo Tomas, Clemens 51515a (S, H), Bartlett 13270 (S); Mt Banahao, Robinson, Bur. Sci. 9839 (H-BR), 1906, Loher (H-BR). **Malaysia.** Borneo Island, Mt Kinabalu, Pinokok Falls, Clemens 40975a (S).

ACKNOWLEDGEMENT. — I am grateful to the curators of the listed herbaria for the loan of specimens : H, H-BR, L, FH & S; to Dr T. Koponen for the help in preparing the manuscript during my brief visit in 1983 to the herbarium of the Botany Department of the University of Helsinki, Finland; to the Finnish Ministry of Education for the financial supports; and to Mr Li Z.-H. (China) for the preparation of the drawings.

REFERENCES

BARTRAM E.B., 1936 — Bornean mosses, principally from Mount Kinabalu. *Philipp. J. Sci.* 61 : 235-251.

BARTRAM E.B., 1939 — Mosses of the Philippines. *Philipp. J. Sci.* 68 : 1-437.

BARTRAM E.B., 1957 — Mosses of Eastern Papua, New Guinea. *Brittonia* 9 : 32-56.

DIXON H.N., 1935 — A contribution to the moss flora of Borneo. *J. Linn. Soc. Bot.* 50 : 57-140.

DOZY F. & MOLKENBOER J.H., 1855-1861 — Bryologia Javanica, vol. I. Lugduni-Batavorum.

GANGULEE H.C., 1971 — Mosses of Eastern India and Adjacent Regions. Fasc. 2 : 171-556.

MUELLER C., 1874 — Novitates Bryothecae Muellerianae. I. Musci Philippinenses. *Linnaea* 38 : 545-572.

CULTURE STUDIES ON *RICCIA GANGETICA* AHMAD

II. – Influence of light on growth

K.C. PATIDAR and A. KAUL*

ABSTRACT. – The effect of photoperiod and light intensity on the vegetative growth of *Riccia gangetica* Ahmad was studied under controlled conditions. Data are based on 60-day-old cultures. The increase or decrease in light period from 10 hrs adversely influenced growth. 10 hrs light period was optimum. It is, therefore, clear that *R. gangetica* is a short-day plant. The light intensity is equally important. The decrease in light intensity, results in abnormal growth. 5000 lux light intensity was optimum to sustain healthy growth, measured by revival capacity, number, average length and breadth, and fresh and dry weight production.

INTRODUCTION

Bryophyte growth is often considered to be largely opportunistic, but growth may be controlled by interaction between environmental factors in the same species (LONGTON 1979 a). Many environmental factors such as temperature, humidity, photoperiod, light intensity, pH, inorganic and organic nutrition, influence the growth and reproduction in hepatics. Studies on influence of light on bryophytes have been carried out by many workers (WANN 1925, VOTH & HAMNER 1940, BENSON-EVANS & HUGHES 1955, DILLER et al. 1955, NARAYANASWAMI & LARUE 1955, BENSON-EVANS 1961, HUGHES 1962, RIDGWAY 1967, RASTORFER 1970). The present communication deals with the effect of light (photoperiod and intensity) on growth performance of *R. gangetica*, a common species of Ricciaceae (PATIDAR & KAUL 1982) at Pachmarhi (22° 28' N and 70° 26' E). During the experiment, revival capacity, average length and breadth, and fresh and dry weight production of newly formed branches were noted.

* Department of Botany, Madhav Science College, Ujjain 456010 India.

Cryptogamie, Bryol. Lichénol., 1983, 4, 4 : 363-368.

MATERIALS AND METHODS

Thalli of *R. gangetica* were collected from Pachmarhi and washed in running water to remove the adhering soil particles. Soil free thalli were cut transversely into 4/5 mm length with a razor blade and were kept in sterilized petridishes on washed and sterilized sand. Culture medium has been described in our earlier publication (PATIDAR & KAUL 1982). Three replicates were kept for both experiments (photoperiod and light intensity). In each replicate, ten thalli were kept and observations were taken of five thalli, randomly selected for the study of growth parameters. For the experiments of photoperiod, petridishes containing thalli were exposed to 5000 lux light intensity (maintained with incandescent and cool white fluorescent light) for a desired period as shown in tab. 1. After that, petridishes were transferred to dark chamber. For the

Ligth period in hours	Percentage revival of thalli	Newly formed branches				
		Number	Average length (mm)	Average breadth (mm)	Fresh wight (mg)	Dry wight * (mg)
1	20	2	2.2	1.4	3.44	0.96 a
2	30	3	2.1	1.3	4.37	1.61 b
4	50	3	5.3	1.5	6.56	1.69 [illegible]
6	60	5	5.6	2.0	8.50	2.14 c
8	90	9	8.4	1.5	16.37	4.35 d
10	100	10	9.2	2.1	20.02	5.80 e
12	90	7	8.3	2.0	18.60	5.74 e
14	80	[illegible]	8.1	1.8	16.57	4.11 d
16	70	5	7.2	1.8	10.30	2.82 c

Tab. 1. — Effect of photoperiod on vegetative growth of *R. gangetica*. (temp. 22.8 ± 3.1 °C).

* Means within the column followed by the same letters, not significantly different at 5 % level, are determined by Duncan's Multiple Range Test.

light intensity experiments, petridishes were kept under nine different light intensities (tab. 2), exposed for 12:12 (light : dark) regime. The experiments of photoperiod and light intensity were conducted from 10-7-79 to 7-9-79 and

Light intensity in Lux	Percentage revival of thalli	Newly formed branches				
		Number	Average length (mm)	Average breadth (mm)	Fresh wight (mg)	Dry wight* (mg)
500	20	2	2.0	1.9	4.39	1.26 a
1000	30	4	3.2	2.1	6.37	1.60 a
1500	40	3	3.5	1.4	10.33	2.72 b
2000	60	3	6.6	1.5	19.16	4.19 c
2500	70	4	7.1	2.0	22.31	5.54 d
3000	80	4	7.9	2.5	30.18	7.56 e
3500	80	5	8.3	2.6	34.43	8.18 f
4000	90	7	7.9	2.4	35.49	8.81 f
5000	100	9	9.6	2.9	37.68	9.60 g

Tab. 2. — Effect of light intensity on vegetative growth of *R. gangetica* (temp. 21.7 ± 3.4 °C).

* Means within the column followed by the same letters, not significantly different at 5 % level, are determined by Duncan's Multiple Range Test.

8-7-79 to 5-9-79, respectively. Results in tab. 1 and 2 are based on 60-day-old cultures. Diagrams have been drawn with camera lucida of one replicate. Dry weight production data were analysed for variance, followed by Duncan's Multiple Range Test to separate the means (DUNCAN 1955).

OBSERVATIONS

All the observations, namely, revival capacity, number, length, breadth, and fresh and dry weight production, were studied for photoperiod and light intensity experiments.

Photoperiod. — It is evident from tab. 1 that the best growth performance as measured by number, average length and breath, and fresh and dry weight production of newly formed branches, was significantly better in 10 hrs light period than at any lower or higher light period tested. Evidently, 10 hrs light period is optimum for the growth (Fig. 1).



Fig. 1. — Growth of *R. gangetica* in 60-day cultures. A-I : in 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 and 16 hrs light periods, respectively.

Light intensity. — It is shown in tab. 2 that the variation in light intensity affected growth of thalli, revival capacity, number, length, breadth, and fresh and dry weight production. All the parameters in tab. 2 were significantly higher at 5000 lux light intensity. The decrease in light intensity upto 500 lux brings about a decrease in the revival capacity, number, length, breadth, and fresh and dry weight production (Fig. 2).



Fig. 2. — Growth of *R. gangetica* in 60-day cultures. A-I : in 500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 5000 lux intensities, respectively.

DISCUSSION

Vegetative growth, in case of hepatics, is more dependent on photoperiod than in mosses (JOHNSEN 1969, BUSBY et al 1978). MACHLIS (1962) demonstrated that in *Sphaerocarpos donnellii* Aust. very little growth occurred in complete dark or one hour light period. Our findings on *R. gangetica* are in agreement with those of MACHLIS. The best growth performance, on the basis of number, length, breadth, and fresh and dry weight production was observed in 10 hrs light period. The growth continuously occurred from 1 hr to 16 hrs light period, but performance was poor as compared to 10 hrs light period. Similar results have been obtained by PATIDAR (1982) on *Riccia discolor* L. et L. and *R. fluitans* L., CHOPRA & SOOD (1973) on *Riccia crystallina* L., SCHWABE & VALIO (1970) on *Lunularia cruciata* (L.) Dum., BENSON-

EVANS (1964) on *Riccia glauca* L. and *Anthoceros laevis* L. It is, therefore, clear that *R. gangetica* is a short-day plant. On the contrary, BENSON-EVANS (1964) noted that many liverworts are long-day species. The distribution of bryophytes reflects the presence of water rather than a response to the intensity of light (STEERE 1976). In general, the influence of light intensity on the spore germination has been studied in many liverworts (INOUE 1960). The present investigation confirms that light intensity is also an important physical factor to sustain healthy growth in *R. gangetica*. LONGTON & GREENE (1979) discussed the significance of light intensity in *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. and KALLIO & VALANNE (1975) have shown that strong light may destroy chlorophyll and reduce photosynthesis in *P. schreberi*. The present experimental results indicate that the vegetative growth of *R. gangetica* is affected by light intensity and shows the best growth at 5000 lux as measured by number, length, breadth, and fresh and dry weight production; low light intensity results in abnormal growth. The present observation agree with the observations of PATIDAR (1982) on *Riccia discolor* and *R. fluitans* and CHOPRA & SOOD (1973) on *R. crystallina*. Studies conducted in our laboratory (SHUKLA 1977, and BHAVSAR 1980) revealed that *Plagiochasma appendiculatum* L. et L. and *P. intermedium* L. et G. required for healthy growth 1900 lux and 1500 lux light intensities, respectively. CHOPRA & SOOD (1970) found that *Marchantia nepalensis* L. et L. produced gemma cups at 600 ft c. light intensity (1 ft. c. = 10.764 lux).

The present results suggest that light is one of the important environmental factors conditioning growth and distribution of *R. gangetica*, together with ecological factors.

ACKNOWLEDGEMENT. Authors are grateful to the former Principal, Dr. H.N. Sharma Madhav, Science College, for providing necessary facilities and encouragement.

REFERENCES

BENSON-EVANS K., 1961 — Environmental factors and bryophytes. *Nature* 191 : 255-260.

BENSON-EVANS K., 1964 — Physiology of the reproduction of bryophytes. *Bryologist* 67 : 431-445.

BENSON-EVANS K. & HUGHES J.G., 1955 — The physiology of sexual reproduction in *Lunularia cruciata* (L.) Dum. *Trans. Brit. Bryol. Soc.* 2 : 513-522.

BHAVSAR S., 1980 — Studies on bryophytes of Ujjain and some aspects of experimental studies on *Plagiochasma intermedium* L. et G. Ph. D. Thesis. Vikram University, India.

BUSBY J.R., BLISS L.C. & HAMILTON C.D., 1978 — Microclimate control of growth rates and habitats of the boreal forest mosses, *Tomenthypnum nitens* and *Hylocomium splendens*. *Ecol. Monogr.* 48 : 95-110.

CHOPRA R.N. & SOOD S., 1970 — Effect of light intensity and sucrose on the production

of gemma cups and gemmae in *Marchantia nepalensis*. *Bryologist* 73 : 592-596.

CHOPRA R.N. & SOOD S., 1973 — In vitro studies in Marchantiales. I. Effect of some carbohydrates, agar, pH, light and growth regulators on the growth and sexuality in *Riccia crystallina*. *Phytomorphology* 23 : 230-244.

DILLER V.M., FULFORD M. & KERSTEN H.J., 1955 — Culture studies on *Sphaerocarpos*. I. Growth of *Sphaerocarpos texanus* in organic media. *Bryologist* 58 : 173-192.

DUNCAN D.B., 1955 — Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 11 : 1-42.

HUGHES J.G., 1962 — The effects of day-length on the development of the sporophytes of *Polytrichum aloides* Hedw. and *P. piliferum* Hedw. *New Phytol.* 61 : 266-273.

INOUE H., 1960 — Studies in spore germination and the earlier stages of gametophyte development in the Marchantiales. *J. Hattori Bot. Lab.* 23 : 148-191.

JOHNSEN A.B., 1969 — Phenological and environmental observations on stands of *Orthotrichum*. *Bryologist* 72 : 397-403.

KALLIO P. & VALANNE N., 1975 — On the effect of continuous light on photosynthesis in moss. *Ecol. Stud.* 16 : 149-162.

LONGTON R.E., 1979 — Climatic adaptation of bryophytes in relation to systematics. *In* : CLARKE G.C.S. & DUCKETT J.G., Bryophyte systematics. London and New York, Academic Press, pp. 511-531.

LONGTON R.E. & GREENE S.W., 1979 — Experimental studies of growth and reproduction in the moss *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. *J. Bryol.* 10 : 321-338.

MACHLIS L., 1962 — The effect of mineral salts, glucose and light on the growth of the liverwort, *Sphaerocarpos donnellii*. *Physiol. Pl. (Copenhagen)* 15 : 354-362.

NARAYANASWAMI S. & LARUE C.D., 1955 — The morphogenetic effect of various physical factors on gemmae of *Lunularia*. *Phytomorphology* 5 : 356-372.

PATIDAR K.C., 1982 — Ecological studies on Ricciaceae. Ph. D. Thesis. Vikram University, India.

PATIDAR K.C. & KAUL A., 1982 — Culture studies on *Riccia gangetica* Ahmad. I. Effect of pH on growth. *Cryptogamie, Bryol. Lichénol.* 2 : 157-160.

RASTORFER J.R., 1970 — Effect of light intensity and temperature on photosynthesis and respiration in two East Antarctic mosses, *Bryum argenteum* and *Bryum antarcticum*. *Bryologist* 73 : 544-556.

RIDGWAY J.E., 1967 — Factors initiating antheridial formation in six Anthocerotales. *Bryologist* 70 : 203-205.

SHUKLA R.M., 1977 — Ecological studies on two liverworts. Ph. D. Thesis. Vikram University, India.

STEERE W.C., 1976 — Ecology, phytogeography and floristics of Arctic Alaskan bryophytes. *J. Hattori Bot. Lab.* 41 : 47-72.

SCHWABE W.W. & VALIO I.F.M., 1970 — Growth and dormancy in *Lunularia cruciata* (L.) Dum. VI. Growth regulation by daylength, by red, far-red, and blue light, and by applied growth substances and chelating agents. *J. Exp. Bot.* 21 : 122-137.

VOTH P.D. & HAMNER K.C., 1940 — Responses of *Marchantia polymorpha* to nutrient supply and photoperiod. *Bot. Gaz. (Crawfordsville)* 102 : 169-203.

WANN F.B., 1925 — Some of the factors involved in the sexual reproduction of *Marchantia polymorpha*. *Amer. J. Bot.* 12 : 307-318.

INFORMATIONS

The Lichenologist 1983, 15(2) est dédié à G. DEGELIUS pour son 80° anniversaire. A cette occasion, plusieurs espèces portent son nom : *Parmotrema degelianum* Krog et Swinscow de Tanzanie, *Chaenotheca degelii* Tibell de Nouvelle-Zélande, *Pseudocyphellaria degelii* D. Galloway et P. James de Nouvelle-Zélande, et *Rinodina degeliana* Coppins de Suède.

Nouveau périodique : *International Journal of Mycology and Lichenology*. Ed. W. Jülich. Chaque volume comprendra 4 fascicules. Braunschweig : J. Cramer.

OUVRAGES RECENTS :

DEGELIUS G. - The lichen flora of the Island of Vega in Nordland, Northern Norway. *Acta Reg. Soc. Sci. Lett. Gothoburgensis Bot.* 1982, 2 : 1-127 (Göteborg Dept. Syst. Bot. Univ., S-40222 Göteborg) (analyse *83-390*).

DERUELLE S. et LALLEMANT R. - Les lichens témoins de la pollution. Paris : Vuibert, 1983, 108 p., ill. (Thèmes Vuibert Université Biologie) (ISBN 2-7117-6030-8).

HALE M.E. Jr. - The Biology of Lichens. 3rd Ed. London : E. Arnold. Sept. 1983, 190 p. ill. (Contemporary Biology Series) (ISBN 0-7131-2867-4). Edward Arnold Ltd. , 41 Bedbord Square, London WC1B 3DQ, U.K., Prix : £ 8.95.

HAWKSWORTH D.L. - A key to the lichen-forming, parasitic, parasymbiotic and saprophytic fungi occuring on Lichens in the British Isles. The British Lichen Society 1983 (*Lichenologist* 1983, 15(1) : 1-44). Tiré-à-part avec couverture et pages blanches pour notes. (Commandes à adresser à P.W. Lambley : Castle Museum, Norwich, NR1 3JU, U.K.; prix : £ 5)(analyse *83-372*).

IRELAND R.R. - Moss flora of the Maritime Provinces. Ottawa : National Museum Canada. 1982, 738 p., ill. (Publications in Botany 13). Publié en Janvier 1983, prix : 25 $ (analyse *83-369*).

ORBÁN S., VAJDA L. - Magyarország Mohaflórájának kézikönyve. Budapest : Akadémiai Kiadó. 1983, 518 p., ill. (ISBN 963-05-28894) (Akadémiai Kiadó, Maison d'édition Acad. Sci. Hongrie, P.O. Box 24, H-1363 Budapest).

PITERANS A.V. - Lišajniki Latvii. Riga : Zinatne.1982, 352 p., ill.,en russe (Latvijskij. Gosudarstvennyi Universitet im P. Stučki, Riga, Latvi RSR) (analyse *83-402*).

RYKOVSKIJ G.F. - Mohoobraznye Berezinskogo biosfernogo zapobedinka. Minsk : Nauka i tehnica. 1980, 136 p. en russe (Inst. eksper. Bot. V.F. Kuprevica, Minsk, US USSR)(analyse *83-360*).

BIBLIOGRAPHIE BRYOLOGIQUE

D. LAMY*

SYSTEMATIQUE, NOMENCLATURE

83-414 ANDO H. - *Hypnum satoi*, a new species of moss from Japan. *Acta Phytotax. Geobot.* 1982, 33 : 23-27, 1 fig. (Bot. Inst., Fac. Sci., Hiroshima Univ., Higashi-senda-machi, Hiroshima 730 Japan).

Diagn., descr., ill. de *Hypnum satoi* sp. nov. (*H. satoi* nom. nud., *J. Hattori Bot. Lab.* 35 : 69, 1972).

83-415 ENGEL J.J. - *Haplomitrium monoicum*, a remarkable new species of Calobryales (Hepaticae) from New Caledonia, together with a reclassification of subg. *Haplomitrium*. *Ann. Missouri Bot. Gard.* "1981" 1982, 68(4) : 668-676, 8 fig. (Dept. Bot., Field Mus., Nat. Hist., Roosevelt Road at Lakeshore Drive, Chicago, Illinois 60605 USA).

Nouv. descr. d'*Haplomitrium* subgen. *Haplomitrium* pour inclure : *H. hookeri* (J.E. Smith) Nees, *H. ovalifolium* Schust., *H. intermedium* Berrie et *H. monoicum* sp. nov. (diagn., descr., ill.). Cette dernière esp. est l'esp. type de la sect. nouv. *Protohaplomitrium* Engel. Noter *H. dentatum* (Kumar et Udar) c. n. (=*Calobryum*).

83-416 GIL J.A. y GUERRA J. - *Lophocolea latifolia* y *Lophocolea fragrans* en la Peninsula iberica. *Collect. Bot. (Barcelona)* 1982, 13(1) : 177-181, 1 fig., 1 carte (IV Simp. Bot. Criptog., Barcelona) (Dept. Bot., Fac. Ci., Granada, España).

Proposition de *Lophocolea bidentata* var. *latifolia* (Nees) c.n. (= *L. latifolia*). *Lophoclea fragrans* (Moris et de Not.) Gott. et al. est nouv. pour l'Espagne.

83-417 GRIFFIN III D., GRADSTEIN S.R. and AGUIRRE J.C. - Studies on Colombian cryptogams XVIII. On a new antipodal element in the neotropical páramos - *Dendrocryphaea latifolia* sp. nov. (Musci). *Acta Bot. Neerl.* 1982, 31(3) : 175-184, 9 fig. (Dept. Bot. & Florida State Mus., Univ. Florida, Gainesville, Florida 32611 USA).

Diagn., descr., ill. de *Dendrocryphaea latifolia* sp. nov. du Páramo de Chisaca, Colombie, aff. de *D. cuspidata* (Sull.) Broth. Clé aux 4 esp. de *Dendrocryphaea*. *D. ramosissima* (Par.) Wijk et Marg. est syn. de *D. lechleri* (Fleisch.) Par. et Schimp. ex Thér. Origines et mode de distribution du genre.

83-418 NINH Tr. and PÓCS T. - *Noguchiodendron*, a new genus of the moss family Neckeraceae. *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.* 1981, 27(1/2) : 160-168, 1 tabl., 4 fig. (Bot. Res. Inst., Hung. Acad. Sci., Vácrátót, Hungary).

Diagn., descr., ill. de *Noguchiodendron* gen. nov., esp. type : *N. sphaerocarpum* (Nog.) c.n. (=*Homaliodendron*).

*Lab. Cryptogamie, 12 rue Buffon, F-75005 Paris

83-419 ORBÁN S. - Studies on african Calymperaceae, III. Conspectus of the african species of *Syrrhopodon* Schwaegr. *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.* 1981, 27(1/2) : 169-177 (Dept. Bot., Ho Si Minh Teacher's College, Eger, Hungary).

Nouvelles divisions du genre *Syrrhopodon*. 4 sous-genres : *Syrrhopodon* (3 sect. dont sect. *Crassimarginatae* sect. nov.), *Heliconema* (Mitt.) Broth., *Hyalolimbatae* subgen. nov. (esp. type : *S. pilifer* Schwaegr. (syn. : *Eusyrrhopodon* (C. Müll.) Broth. nom. illeg.); 6 sect.) et *Leucophanella* (Besch.) Fleisch. L'A. ne reconnaît que 23 esp. en Afrique, sur les 90 décrites; 38 nouv. syn. Distr. et loc. de chaque esp.

VOIR AUSSI : *83-438, 83-461, 83-471, 83-482, 83-[illegible]*.

MORPHOLOGIE, ANATOMIE

83-420 INOUE H. - Supplementary notes on *Takakia lepidozioides* Hatt. et Inoue. *Acta Phytotax. Geobot.* 1982, 33 : 140-142, 2 fig., en jap., rés. angl. (Div. Cryptog., Natl. Sci. Mus., Tokyo, Japan).

Nouv. loc. au Japon pour *Takakia lepidozioides*. Observations de poils mucilagineux sur les feuilles lors de la culture en chambre humide. Les feuilles seraient physiologiquement et histologiquement indifférenciées par rapport à la tige.

83-421 JOVET-AST S. - Hybridation et systématique chez les Bryophytes. In : DAGET J. et JOVET-AST S., Hybridation et systématique (Table ronde 25/26 novembre 1980). Paris : Muséum National d'Histoire Naturelle.1982, pp. 59-68 (Lab. Cryptogamie, 12 rue Buffon, F-75005 Paris).

Hybrides naturels et hybrides expérimentaux d'après la bibliographie. La rareté des hybrides par rapport au nombre d'esp. de bryophytes décrits fait penser que l'hybridation joue un rôle très faible dans la spéciation et dans l'évolution des bryophytes.

83-422 KAWAI I. - Systematic studies on the conducting tissue of the gametophyte in Musci. (12) Anatomical characteristics of stems in some species of Bartramiaceae. *Sci. Rep. Kanazawa Univ.* 1982, 26(2) : 31-50, 5 pl., 2 fig., 4 tabl. (Dept. Biol., Fac. Sci., Kanazawa Univ., Kanazawa, Japan).

L'étude au microscope optique des sect. transversales et longitudinales des tiges de 10 esp. de Bartramiaceae permet de définir 5 groupes. Caractères pris en compte: type de différentiation interne de la tige, comparaison des tailles et longueur des cellules, épaisseur des parois cellulaires dans l'hadrome.

83-423 KITAGAWA N. - A study of *Conocephalum supradecompositum*, Marchantiales, Hepaticae. *Acta Phytotax. Geobot.* 1982, 33 : 179-189, 3 fig., en jap., rés. angl. (Bot. Lab., Nara Univ. Educ., Takabatake-cho, Nara 630 Japan).

Morphologie du thalle, des gemmules, des spores, des élatères de *Conocephalum supradecompositum*, considéré comme dérivant de *C. conicum*. Noter les cellules mères des spores cylindriques, les tétrades linéaires et les spores cylindriques, cas unique chez les bryophytes. Présence d'élatères dextrorses.

83-424 KITAGAWA N. - (On *Bazzania bidentata*). *Acta Phytotax. Geobot.* 1982, 33 : 189, en japonais (Ibidem).

83-425 ROBERT D. - Les gamètes mâles mobiles chez les végétaux supérieurs (Archégoniates). *L'Année Biologique* 4e sér., 1982, 21(1) : 1-35, 11 fig. (Univ. P.& M. Curie, Lab. Bot., UER 59, 12 rue Cuvier, F-75005 Paris).

Organisation des gamètes mâles mobiles chez les bryophytes, ptéridophytes et phanérogames. Ils diffèrent par : dimensions et formes des cellules, nombre de flagelles et nombre de microtubules constituant la bande fibreuse, persistance ou dispa-

rition des couches multiples les plus profondes, substitution ou non-remplacement des histones somatiques par des protéines basiques et, son corollaire, plus ou moins grande capacité du matériel nucléaire. Noter l'originalité de la réorganisation cellulaire chez les bryophytes; elle s'apparente à celle rencontrée chez les gamètes des vertébrés et rappelle celle d'algues supérieures.

83-426 SACK F. and PAOLILLO D. Jr. - Different cuticular morphogenesis in the stomata and subsidiary cells of *Funaria*. *Pl. Physiol.* 1982, 69(4, suppl.) : 84 (Abstr. 466 of Annual Meet. Amer. Soc. Pl. Physiol., Univ. Illinois, Champaign Urbana, June 13-17, 1982) (Boyce Thompson Inst. & Sect. Pl. Biol., Cornell Univ., Ithaca, NY 14853 USA).

83-427 SMITH R.I.L. - Growth and production in South Georgia Bryophytes. *CNFRA* 1982, 51 (Colloque Ecosyst. subantarctiques, Paimpont 1981) : 229-239, 4 fig., 1 tabl. (Brit. Antarct. Surv., Nat. Environm. Res. Council, Madingley Road, Cambridge CB3 OET, England).

Mesure de l'élongation de la tige et de la variation en poids sec de 10 mousses et 1 hépatique. Influence de l'exposition et du régime de l'humidité. Augmentation en taille de *Sphagnum fimbriatum*.

83-428 VIANNA E.C. - Nota sobre a ocorrência de brotações em anteridióforos de *Marchantia chenopoda* L. (Hepaticopsida). *Iheringia Ser. Bot.* 1981, 28 : 43-46, 6 fig. (Dept. Bot., Inst., Bioci., Univ. Federal de Rio Grande do Sul, s/n° CEP, 90.000 Porto Alegre, R.S. Brasil).

VOIR AUSSI : *83-414, 83-415, 83-417, 83-418, 83-466, 83-478, 83-479, 83-480.*

CYTOLOGIE, ULSTRASTRUCTURE

VOIR : *83-425.*

PHYSIOLOGIE, CHIMIE

83-429 CAUSSIN C., DESPEGHEL J.P. et BONNEMAIN J.L. - Absorption des acides aminés neutres par l'haustorium du sporophyte du *Polytrichum formosum* : aspects cinétiques et énergétiques du transport. *Compt. Rend. Hebd. Séances Acad. Sci. Ser. III*, 1982, 294(14) : 725-730, 2 tabl., 6 fig. (Lab. Biol. Physiol. Vég., ERA 701, Stat. Biol. Beau Site, Univ. Poitiers, 25 rue du Fbg St Cyprien, F-86000 Poitiers).

L'absorption de la glycine est un processus "actif" pouvant être interprété selon une cinétique michaelienne, dépendante du pH, inhibée par les agents protonophores. Données analogues pour l'ac. α-amino-isobutyrique. La pénétration des acides aminés neutres dans le symplaste de l'haustorium a lieu par symport avec H^+.

83-430 CHAPMAN R.R. and HEMOND H.F. - Dinitrogen fixation by surface peat and *Sphagnum* in an ombrotrophic bog. *Canad. J. Bot.* 1982, 60(5) : 538-543, 2 fig., 1 tabl. (Div. Water Res. & Environm. Engineering, Dept. Civil Engineering, Massachusetts Inst. Technol., Cambridge Ma 02139 USA).

La fixation annuelle d'azote, à la surface de la tourbière "Thoreau", Massachusetts E, évaluée à 1.0 g d'azote par m^2, a une importance écologique. Elle dépasse l'autre source d'azote (dépôts de NO_3^- et NH_4^- atmosphérique).

83-431 CREUTZ C., KWON M. and PECHAK D.G. - Red light controls of directional secretion of cell wall components and chloroplasts migration in the moss spore, *Atrichum undulatum* L.*Pl. Physiol.* 1982, 69 (4,suppl.): 5 (Abstr. 22 of Annual Meet. Amer. Soc. Pl. Physiol., Univ. Illinois, Champaign Urbana, June 12-17, 1982) (Biol. Dept., Univ. Toledo, Toledo, Ohio 43606 USA).

83-432 DAVIS R.C. and HARRISSON P.M. - Prediction of photosynthesis in maritime antarctic mosses. *CNFRA* 1982, 51 (Colloque Ecosyst. subantarctiques, Paimpont 1981) : 241-247, 2 fig. (Brit. Antarct. Surv., Nat. Environm. Res. Council, Madingley Road, Cambridge CB3 OET, U.K.).

Problèmes d'extrapolation des résultats obtenus en laboratoire pour les études de terrain.

83-433 FELLE H. - A study of the current-voltage relationships of electrogenic active and passive membrane elements in *Riccia fluitans*. *Biochem. Biophys. Acta* 1981, 646 : 151-160, 6 fig. (Abt. Biophys. Pfl., Inst. Biol. Univ., Auf der Morgenstelle 1, D-7400 Tübingen).

83-434 FORNWALL M.D. and GLIME J.M. - Cold and warm-adaptated phases in *Fontinalis duriaei* Schimp. as evidencend by net assimilatory and respiratory response to temperature. *Aquatic Bot.* 1982, 13(2) : 165-177, 5 fig. (Dept. Biol. Sci., Wayne State Univ., Detroit, MI 48202 USA).

Mise en évidence de réponses différentes de l'assimilation nette si la température varie entre 0°C et 1°C et si elle varie de 9°C à 16°C. La respiration, elle, diffère peu. Relations avec le cycle de la mousse et les saisons.

83-435 GWÓŹDŹ E.A. and SZWEYKOWSKA A.M. - Cytokinin-induced activation of polyribosomes in the protonema of *Ceratodon purpureus*.*Physiol. Pl. (Copenhagen)* 1982, 55 (2) : 214-220, 5 fig., 2 tabl. (Lab. Pl. Physiol., Inst. Biol., Adam Mickiewicz Univ., 61-713 Poznan, Poland).

Observation de l'augmentation d'activité de synthèse des protéines dans le système des cellules libres, due à l'activation des polyribosomes préexistants. Un fractionnement électrophorétique, in vitro, du produit de translation met en évidence la synthèse de quelques peptides.

83-436 KWON M., PECHAK D.G. and CREUTZ C. - Effect of cytochalasin B and calcium ionophore A 23187 on the phototropism of moss chloronema, *Atrichum undulatum* L. *Pl. Physiol.* 1982, 69 (4, suppl.) : 86 (Abstr. 479 of Annual Meet. Amer. Soc. Pl. Physiol., Univ. Illinois, Champaign, Urbana, 13-17 June 1982) (Biol. Dept., Univ. Toledo, Toledo, Ohio 43606 USA).

83-437 MARÍN-VELÁSQUEZ J.A. - Aparicíon de *Riella helicophylla* en cultivo de Barro. Influencia de la salinidad en su desarollo. *Collect. Bot. (Barcelona)* 1982, 13 (1) : 195-200, 2 fig., 3 tabl. (IV Simp. Bot. Criptog., Barcelona) (Dept. Biol., Fac. Ci., Univ. Zaragoza, España).

La salinité inhibe la germination mais favorise la croissance et la maturation de *Riella helicophylla*. Présence de *R. h.* dans les lagons temporaires de Monegros (Saladar, Pez et Rebollón).

83-438 MUES R. - Vergleichende Untersuchungen zur Chemie und Taxonomie der Metzgeriales und Jungermanniales (Hepaticae). *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 1982, 95(1) : 115-125, 2 tabl. (Fachrichtung Bot. (16/1), Univ. Saarlandes, D-6600 Saarbrücken).

Etude des dérivés d'ac. cinnamique et de flavonoïdes de 121 esp. d'hépatiques, et leur implication taxonomique. Les Metzgeriales Blasiaceae, Hymenophytaceae et Metzgeriaceae présentent une prépondérance de flavonoïdes tandis que les Aneuraceae et Pelliaceae ont des composés de type ac. cinnamique. Division des Jungermanniales en trois groupes : un groupe avec des dérivés d'ac. cinnamique, un 2° groupe avec des flavones probablement dérivés du flavononol, un 3° groupe avec des flavones. Noter l'importance de la saponarine dans la couleur des cellules avec le KJJ_2. Le genre *Leiocolea* K. Müll. a des composés phénoliques différents des autres Lophozioideae et se rapproche de *Jungermannia leiantha*. Nature des pigments jaunes de *Radula* sp.

83-439 RAHBAR K. and CHOPRA R.N. - Effect of liquid medium, activated charcoal and pH on the onset of the reproductive phase in the moss *Bartramidula bartramioides*. *Z. Pflanzenphysiol.* 1982, 106(2) : 185-189, 2 tabl., 3 fig. (Dept. Bot., Univ. Delhi, Delhi 110007 India).

L'induction des gamétophores est favorisée par un milieu liquide. Le charcoal inhibe la croissance végétative. Le pH du milieu ne modifie pas l'induction de gamétanges mais à pH=7.0 le pourcentage de gamétophytes fertiles augmente.

83-440 SHARMA S. and JOHRI M.M. - Multiples forms of cAMP phosphodiesterase in moss protonema. *Pl. Physiol.* 1982, 69 (4, suppl.) : 129 (Abstr. 719 of Annual Meet. Amer. Soc. Pl. Physiol., Univ. Illinois, Champaign Urbana, 13-17 June 1982) (Molecul. Biol. Unit, Tata Inst. Fundam. Res., Bombay 400005 India).

83-441 THOMAS R.J. and LOMBARDS C.S. - Application of the aphid stylet technique to the study of translocation in mosses. *Pl. Physiol.* 1982, 69 (4, suppl.) : 46 (Abstr. 259 of Annual Meet. Amer. Soc. Pl. Physiol., Univ. Illinois, Champaign Urbana, 13-17 June 1982) (Biol. Dept., Bates College, Lewiston, ME 04240 USA).

VOIR AUSSI : *83-427*, *83-464*.

REPARTITION, ECOLOGIE, SOCIOLOGIE

83-442 ALCARAZ F., ROS R.M., EGEA J.M. y LLIMONA X. - Contribución al conocimiento de la flora briofítica del Sureste de España. *Collect. Bot. (Barcelona)* 1982, 13 (1) : 129-142, 1 carte (Dept. Bot., Fac. Ci., Univ. Murcia, España) (IV Simp. Bot. Criptog., Barcelona).

Liste des hépatiques et mousses avec loc. Noter nouveautés pour l'Espagne SE.

83-443 ALVARO MARTIN M.I. - Aportación al conocimiento de la flora briológica de la vertiente septentrional de la Sierra de Cadí. *Collect. Bot. (Barcelona)* 1982, 13(1) : 143-152, 1 fig. (IV Simp. Bot. Criptog., Barcelona) (Dept. Bot., Fac. Biol., Univ. Barcelona, Gran Via 585, Barcelona 7, España).

Hépatiques et mousses avec loc. et habitat du versant nord de la Sierra de Cadí.

83-444 BALÁTOVÁ-TULÁČKOVÁ E. and CAPOTE R.P. - A new savanna-like community of the Sierra del Rosario Mountains, Cuba. *Folia Geobot. Phytotax.* 1982, 17(2) : 137-148, 1 tabl. (Bot. Inst., Czechoslovak Acad. Sci., Stará 18, 662 21 Brno, Czechoslovakia).

Descr. du *Bletio purpureae-Andropogonetum gracilis* ass. nov. de la Sierra del Rosario (Cuba W), qui comprend 4 sous-ass. nouv. Position syntaxonomique. Bryophytes associés.

83-445 BLOCKEEL T.L. - YNU Bryological section : an annual report 1981. *The Naturalist (Leeds)* 1982, 107 (961) : 72-74.

Liste des loc., liste des esp. avec loc.

83-446 CASAS C. y OLIVA R. - Aportación al estudio de la brioflora de las Provincias de Córdoba y Sevilla. *Collect. Bot. (Barcelona)* 1982, 13(1) : 153-161, 1 fig. (IV Simp. Bot. Criptog., Barcelona) (Dept. Bot., Univ. Autonoma de Barcelona, Bellaterra, España).

Liste des loc. Liste des hépatiques et mousses avec loc. d'Andalousie; noter nouveautés pour l'Andalousie ou la province de Cordoba.

83-447 CASAS SICART C. y SÁIZ JIMENEZ C. - Los briófitos de la Catedral de Sevilla. *Collect. Bot. (Barcelona)* 1982, 13(1) : 163-175 (IV Simp. Bot. Criptog., Barce-

lona)(Dept. Bot., Univ. Autonoma de Barcelona, Bellaterra, España).

Liste de 25 esp. de bryophytes récoltés sur les toits et murs de la cathédrale de Séville. Etat de vitalité, environnement.

83-448 CHAROUK S. - Contribution à l'étude bryologique du Liban. Mousses et hépatiques de la vallée de Nahr Ibrahim. Thèse Doct. 3° cycle, Marseille, Univ. Aix Marseille III (Centre St Jérôme) 1982, 105 p., 7 tabl., 7 fig.

Géographie, climat, végétation de la vallée de Nahr Ibrahim. Inventaire bryofloristique. Distribution des bryophytes dans la vallée en fonction de l'altitude et des étages de végétation. Caractères biogéogr. de la bryoflore de cette vallée. Noter esp. nouv. pour le Liban.

83-449 DUARTE-BELLO P.P. - Musgos cubanos : su presencia mundial. *Acta Bot. Cubana* 1982, 9 : 1-19, 5 tabl., 1 fig. (Inst. Bot., Acad. Ci., Cuba).

83-450 DUDA J., VÁŇA J. - Rozšíření játrovek v Československu - XXXIII. *Čas. Slez. Mus. Opava Ser. A, Vědy Přír.* 1982, 32(1) : 23-38, 3 cartes (Slezské Muz., 746 46 Opava, Czechoslovakia).

Distr., bibliogr., et spécimens de Tchécoslovaquie pour *Riccardia latifrons* (Lindb.) Lindb., *Chandonanthus setiformis* (Ehrh.) Lindb., *Tritomaria exsectiformis* (Breidl.) Loeske.

83-451 EDERRA INDURAIN A., BASCONES J.C., MEDRANO L.M. y PÉREZ LOSANTOS A. - Briófitos del Hayedo de Peña Izaga (Navarra). *Collect. Bot. (Barcelona)* 1982, 13(1): 183-193 (IV Simp. Bot. Criptog., Barcelona) (Dept. Bot., Fac. Ci., Univ. Navarra, España).

11 hépatiques et 53 mousses des hêtraies de Peña Izaga. Autoécologie des esp.

83-452 FAJMONOVÁ E., UHLÍŘOVÁ-ŠIMEKOVÁ J. - Vztah medzi niektorými abiotickými faktormi a Druhovým Zložením lesných spoločenstiev v tiešnavách vel'ký a malý sokol v slovenskom Raji (The relation between some abiotic factors and the specific composition of forest communities in the Vel'ky and Maly Sokol defiles in the Slovak Paradise). *Biologia (Bratislava) Bot.* 1982, 37(5) : 467-475, 1 fig., en tchèque, rés. angl. et russe (Bot. Zahrada Prirod. Fak. Uniw. Komenskeho, 84104 Bratislava, ČSSR).

La composition floristique des communautés sylvatiques du "Slovak Paradise" dépendent de l'environnement (conditions thermiques, humidité de l'air, profondeur du sol). Bryophytes associés.

83-453 FREMSTAD E. - Flommarksvegetasjon ved Orkla, Sør-Trøndelag. *Gunneria* 1981, 38 : 1-90, 24 fig., 11 tabl. (Bot. Inst., Boks 12, N-5014 Bergen Universitet).

Descr. des associations végétales des alluvions de la rivière Orkla, Centre de la Norvège. Relations entre les zonations et les successions. Influence du pH et des courants. Bryophytes associés.

83-454 FUERTES LASAL E. y GARCIÁ GÓMEZ R. - Contribución al estudio de la flora briofítica de Navarra III. Domeño (valle del Romanzado). *Anales Jard. Bot. Madrid* "1981" 1982, 38(2) : 343-352, 1 fig. (Dept. Bot., Fac. Ci. Biol., Univ. Complutense, Madrid-3, Espana).

Flore de Domeño (Navarre) : 14 esp. d'hépatiques et 63 esp. de mousses avec loc. *Cladopodiella francisci* (Hook.) Buch et *Dicranum muehlenbeckii* B.S.G. nouv. pour la Navarre.

83-455 HATTORI S. -Distribution and diversity of the Frullaniaceae, Hepaticae, with special reference to species in New Guinea and New Caledonia. *Acta Phytotax. Geobot.* 1982, 33 : 103-105, en japonais (Hattori Bot. Lab., Nichinan-shi, Miyazaki-ken 889-25 Japan).

83-456 HUSOVÁ M. - Variabilität und Verbreitung des *Aceri-Carpinetum* in der Tschechischen Sozialistischen Republik. *Folia Geobot Phytotax.* 1982, 17(2) : 113-135, 2 tabl. (Bot. Inst., Tschechoslowak. Akad. Wiss., 252 43 Průhonice bei Praha, Tschechoslowakei).

Descr. de 4 sous-ass. de l'*Aceri-Carpinetum*, correspondant du point de vue édaphique et mésoclimatique aux bois abrités du *Carpinion*. Bryophytes associés.

83-457 INOUE H. - Hepaticae of Mt. Fuji, Central Japan. *Mem. Natl. Sci. Mus.* 1981, 14 : 59-74 (Natural History of the Fuji-Hakone Izu Area (I)) (Dept. Bot., Natl. Sci. Mus. Tokyo, Japan).

Historique des récoltes. Listes des esp. avec loc., hab., esp. compagnes.

83-458 MIGUEL VELASCO A. de y EDERRA INDURAIN A. - Briofitos de Arbayun (Navarra). *Collect. Bot. (Barcelona)* 1982, 13(1) : 201-210 (IV Simp. Bot. Criptog., Barcelona) (Dept. Bot., Fac. Ci., Univ. Navarra, España).

19 hépatiques et 47 mousses avec loc. en Navarre. 3 mousses sont nouv. pour la Navarre.

83-459 MILLER N.G. and IWATSUKI Z. - *Loeskypnum wickesiae* (Musci : Amblystegiaceae) in Alaska. *Misc. Bryol. Lichenol.* 1981, 9(2) : 37-39, 1 fig. (Harvard Univ. Herb., 22 Divinity Ave., Cambridge, Ma 02138 USA).

83-460 MUCINA L. - Die Ruderalvegetation des nördlichen Teils der Donau-Tiefebene 4 - Basalgesellschaften der Ordnung *Onopordetalia*. *Folia Geobot. Phytotax.* 1982, 17(2) : 149-163, 2 tabl. (Inst. Exper. Biol. & Ökol., Slowak. Akad. Wiss., Abt. Geobot., 81434 Bratislava, Tschechoslowakei).

Descr. de 2 communautés de la végétation rudérale, appartenant à l'ordre *Onopordetalia*. Syntaxonomie, bryophytes associés.

83-461 NINH T. - Mosses of Vietnam II. *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.* 1981, 27(1/2) : 151-160, 4 pl. (Biol. Fac. Hanoi Univ., Vietnam).

Liste annotée de 25 esp. de mousses avec loc. Diagn., descr., ill. de *Calymperopsis vietnamensis* sp. nov., *Calyptrochaeta pocsii* sp. nov. et *Distichophyllum duongii* sp. nov. Comb. nouv. : *Calyptrochaeta spinosa* (Nog.) (=*Eriopus*), *Wijkia clastobryoides* (Tix.) (=*Acanthocladium*). Noter 6 esp. nouv. pour le Vietnam.

83-462 ORBÁN S. - Adatok a Bükki Nemzeti Park (BNP) mohaflórájának Ismeretéhez. *Folia Hist. Nat. Mus. Matr.* 1980, 6 : 71-72, en hongrois (Ho Si Minh Teacher's College, H-3300 Eger).

Contribution à la connaissance de la bryoflore du Parc National de Bükk. Noter *Plagiobryum zierii* et *Zygodon viridissimus* nouv. pour les Mts. Bükk.

83-463 PIIPPO S. - Tammiston (N:Vantaa) luonnonsuojelualueen Sammalkasvisto. *Mem. Soc. Fauna Fl. Fenn.* 1982, 58(2) : 61-64 (Bot. Mus., Univ. Helsinki, Unioninkatu 44, SF-00170 Helsinki 17).

Liste de 60 mousses et 8 hépatiques de la réserve de Tammisto, avec loc.

83-464 PRINS H.H.Th. - Why are moss eaten in cold environments only. *Oikos* 1982, 38(3) : 374-380, 3 tabl. (Lab. Plantecol., Biol. Centrum, Rijksuniversiteit, Groningen, The Netherlands).

Les mammifères, herbivores ou oiseaux ne mangent pas les mousses parce qu'elles contiennent des composés proches de la lignine. Mais dans les régions froides, les vertébrés les mangent; en effet elles contiennent de fortes concentrations d'ac. arachidonique, ac. gras polyinsaturé qui est une bonne protection contre le froid.

83-465 PUCHE M.F. y MATEO G. - Aportacíon al conocimiento de la Brioflora valenciana : especies silicícolas. *Collect. Bot. (Barcelona)* 1982, 13(1) : 211-222, 19 fig. (IV Simp. Bot. Criptog., Barcelona) (Dept. Bot., Fac. Biol., Dr Moliner s/n, Burjasot, Valencia, España).

Ecol. et distr. des mousses et hépatiques acidophiles de la région de Valence.

83-466 REINOSO FRANCO J. - *Lophocolea fragrans* en la Fraga de Caaveiro (La Coruña). *Collect. Bot. (Barcelona)* 1982, 13(1) : 223-226, 1 fig. (IV Simp. Bot. Criptog., Barcelona) (Dept. Bot., Fac. Biol., Univ. Santiago de Compostela, España).

Descr., ill. de *Lophocolea fragrans* de Caaveiro, nouv. pour l'Espagne.

83-467 REINOSO FRANCO J. - *Cephalozia hibernica* Spr. y *Aphanolejeunea microscopica* (Tayl.) Ev. novedades para la flora briológica española. *Collect. Bot. (Barcelona)* 1982, 13(1) : 227-230, 2 fig. (IV Simp. Bot. Criptog., Barcelona) (Ibidem).

83-468 REYES MONTOYA D. - *Monoclea forsteri* Hook. in Cuba. *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.* 1981, 27(1/2) : 211-214, 3 fig. (Inst. Bot., Acad. Ci., Cuba).

Ecol., hab., distr. mondiale et loc. à Cuba de *Monoclea forsteri*, genre nouveau pour Cuba.

83-469 ROHÁČEK J. - Diptera Acalyptrata rašelinišť severní Moravy (CSSR). Část. 1 Uvod, studované lokality a analýza na úrovni čeledi (Acalypterate Diptera of peat-bogs in North Moravia (Czechoslovakia). Part 1 Introduction, localities under study and evaluation at the family level). *Čas. Slez. Muz. Opava, Ser. A Vědy Přír.* 1982, 31(1) : 1-21, 4 fig., 4 tabl., 6 pl. (Entomol. odd., Slezské Muz., 746 01 Opava, Czechoslovakia).

Descr. des loc. avec végétation (bryophytes et sphaignes). Classement par familles des Diptères présents.

83-470 SANCHEZ P.M. y GIL J.A. - Vegetación critpogámica de las Tobas de la Provincia de Granada (España). *Collect. Bot. (Barcelona)* 1982, 13(1) : 231-245, 3 fig., 2 tabl. (IV Simp. Bot. Criptog., Barcelona) (Dept. Bot., Fac. Ci., Univ. Granada, España).

Syndynamisme et syntaxonomie de la végétation cryptogamique des tuffs de la province de Grenade :*Eucladio-Adiantetum* Br. Bl. et *Cratoneuretum commutati* Aichinger.

83-471 SERGIO C. et HÉBRARD J.P. - *Orthothecium duriaei* (Mont.) Besch. Etude systématique, écologique et phytogéographique. *Collect. Bot. (Barcelona)* 1982, 13(1) : 247-255, 2 fig. (IV Simp. Bot. Criptog., Barcelona) (Inst. Bot., Fac. Ci., 1294 Lisboa Cedex, Portugal).

Données taxonomiques, aires géogr. d'*Orthothecium duriaei* du bassin méditerranéen et des Açores. Cette esp. serait un *Orthothecium* archaïque, entre les Brachytheciaceae et les Entodontaceae.

83-472 SYNNOTT D. - An outline of the bryophytes of Meath and Westmeath. *Glasra* 1982, 6 : 1-71, 13 fig. (Natl. Bot. Gard., Glasnevin, Dublin 9, Ireland).

Notes sur la végétation et l'historique des récoltes dans le Meath et le Westmeath, centre est de l'Irlande. Rôle des bryophytes dans le développement des tourbières. Liste des récoltes avec loc.

83-473 TAKAKI N. - Moss flora of the Izu Peninsula, Japan. *Mem. Natl. Sci. Mus.* 1981, 14 : 75-83, en japonais, rés. angl. (Natural History of the Fuji-Hakone Izu area (1)) (Biol. Lab., Aichigakuin Univ., Aichi-ken, Japan).

Aspect écol. de la végétation. Liste des taxons avec loc.

83-474 VIANNA E.C. - Sobre a ocorrência nova de *Monoclea* Hook. (Hepaticae) no Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia Ser. Bot.* 1981, 26 : 165-167, 9 fig. (Dept. Bot Inst. Bioci., Univ. Federal de Rio Grande do Sul, s/n CEP, 90.000 Porto Alegre, Brasil).

83-475 WYNN-WILLIAMS D.D. - The microflora of Lynch Island, a sheltered maritime antarctic site. *CNFRA* 1982, 51 (Colloque Ecosyst. subantarctiques, Paimpont 1981) 1981) : 538 (abstr.) (Brit. Antarct. Surv., Nat. Environm. Res. Council, Madingley Road, Cambridge CB3 0ET, U.K.).

83-476 ZAFRA M.L. - Aportaciones al conocimiento de la flora briológica de la España peninsular. *Collect. Bot. (Barcelona)* 1982, 13(1) : 257-264, 6 cartes (IV Simp. Bot. Criptog., Barcelona) (Dept. Bot., Fac. Farmacia, Univ. Granada, España).

Distr. en Espagne de 6 mousses. *Orthotrichum alpestre* Hornsch. ex B.S.G. est nouv. pour l'Espagne.

83-477 ZLINSKÁ J. - Das *Scirpetum sylvatici* Maloch 1935 *Cirsietosum oleracei* Knapp 1958 auf dem Alluvium von Bojnianka. *Biológia (Bratislava) Bot.* 1982, 37(5) :513-523, 3 fig., 2 tabl. (Inst. Exper. Biol. & Ökol., Slowak. Akad. Wiss., CBEV, 814 34 Bratislava, Tschekoslowakei).

Esp. caractéristiques et compagnes de cette sous-ass., bryophytes associées.

VOIR AUSSI : *83-414, 83-415, 83-416, 83-417, 83-419, 83-420, 83-430, 83-434, 83-452, 83-478, 83-479, 83-480.*

OUVRAGES GENERAUX

83-478 IZAWA M. - The world of bryophytes. Tokyo: Akane-shobo. 1981, 56 p., ill. coul., en japonais (ed. H. Inoue, trad. des légendes par M. Higuchi, 1982).

Très belles photos en couleur des bryophytes. Approche de la bryologie avec notes écologiques.

83-479 ORBÁN S., VAJDA L. - Magyarország mohaflórájának Kézikönyve. Budapest : Akádemiai Kiadó. 1983, 518 p., 81 pl., 19 photos (Dept. Bot., Ho Si Minh Teacher's College, Eger, Hungary).

Après avoir abordé les généralités sur les bryophytes, leur classification, donné un glossaire et une bibliographie, les AA. exposent pour chaque esp. : descr., ill., distr., écol., clés aux genres et esp. Index. Cette flore comble une lacune dans l'étude de la bryologie hongroise, depuis les ouvrages de A. BOROS (1953, 1968), et permet une mise à jour taxonomique.

83-480 WALTHER K. - Bryophytina. Laubmoose. In : A. Engler, Syllabus der Pflanzenfamilien. 13 Aufl. Berlin, Stuttgart. 1983. Chap. 5(2) : 1-108, 9 fig.

Généralités. Clés aux classes, sous-classes et ordres des Mousses. Descr. des classes, sous-classes et ordres; bibliographie pour chaque ordre. Caractéristiques des familles avec genres et esp. y appartenant. Bibliogr. générale de 23 pages, classée par matières. Index des genres et des classes.

BIBLIOGRAPHIE LICHENOLOGIQUE

D. LAMY*

SYSTEMATIQUE, NOMENCLATURE

83-481 ARVIDSSON L. - A monograph of the lichen genus *Coccocarpia*. *Opera Bot.* 1982, 67 : 1-96, 1 tabl., 1 pl. coul. (Dept. Syst. Bot., Univ. Göteborg, Carl Skottsberg Gata 22, S-413 19 Göteborg).

Morphologie, anatomie, chimie, phytogéographie, subdivision du genre *Coccocarpia*. Clé aux 21 esp. reconnues dont 6 sont nouv. : *C. adnata*, *C. filiformis*, *C. flaviscens*, *C. myriocarpa*, *C. pruinosa* et *C. xanthoeloides*. Noter 3 comb. nouv. : *C. andeferruginea* (Räs.) (=*Coccocarpia pellita* var.), *C. erythrocardia* (Müll. Arg.) (= *C. p.* var.) et *C. rottleri* (Ach.) (=*Collema*). Nouvelle descr. et délimitation de *C. smaragdina* Pers. emend. L. Arvidss. Taxonomie, descr., ill., chimie, habitat, distr. de chaque esp. Les caractères spécifiques sont : forme et ramification des lobes, présence ou absence d'isidies, forme et/ou taille des isidies, apothécies et spores. Noter l'absence d'épicortex à pores chez 3 esp. qui ont une surface superficielle finement pruineuse; 4 esp. se distinguent par la présence de divers produits lichéniques dans leurs thalles.

83-482 CULBERSON W.L., CULBERSON C.F. and JOHNSON A. - A new endemic red-fruited *Cladonia* from the North Carolina coast. *Mycologia* 1982, 74(4): 662-667, 1 tabl., 6 fig. (Dept. Bot., Duke Univ., Durham, North Carolina 22706 USA).

Diagn., descr., ill., chimie de *Cladonia anitae* sp. nov. de Caroline du Nord, caractérisée par des sorédies sur la surface inférieure des squamules primaires, et par la production d'ac. depsidone grayanique et d'ac. depsidone 4-O-déméthylgrayanique. Comparaison avec *C. cristatella* et *C. incrassata*.

83-483 DÖBBELER P. und VĚZDA A. - *Macentina hepaticola*, eine neue Flechte aus Zaïre. *Mitt. Bot. Staatssamml. München* 1982, 18 : 1-8, 6 fig. (Inst. Syst. Bot., Menzinger Str. 67, D-8000 München 19).

Diagn., descr., ill. de *Macentina hepaticola* sp. nov. (Verrucariaceae) du Zaïre, croissant sur *Radula flaccida* épiphylle.

83-484 HALE M.E. Jr. - A new species of *Parmelia* (Lichenes) with protocetraric acid. *Mycotaxon* 1982, 16(1) : 162-164, 1 fig. (Dept. Bot., Smithsonian Inst., Washington D.C. 20560 USA).

Diagn., descr., ill. de *P. protosulcata* de l'hémisphère sud, contenant de l'ac. protocétrarique.

83-485 HOUMEAU J.M. et ROUX Cl. - *Bacidia cyanea* et *Lecanora daunasii*, deux lichens nouveaux pour la science découverts dans le Cantal (Massif Central, France). *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest* n.s. 1982. 13 : 263-272, 11 fig., 2 tabl. (1 av. Aristide Briand, F-79200 Parthenay).

* Laboratoire de Cryptogamie, 12 rue Buffon, F-75005 Paris.

Diagn., descr., ill. de *Bacidia cyanea* et *Lecanora daunasii*, esp. nouv. Remarques sur le groupe *Lecanora sulphurea* (Hoffm.) Ach.

83-486 HOUMEAU J.M. et ROUX Cl. - Champignons lichénisés ou lichénicoles du Centre-Ouest : espèces nouvelles et intéressantes. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest* n.s. 1982, 13 : 273-277 (Ibidem).

17 lichens et 1 champignon lichénicole avec notes morphol. et loc. *Schaereria tenebrosa* var. *sorediata* var. nov.

83-487 KUROKAWA S. - Studies on Australian and Tasmanian species of *Parmelia* (1). *Bull. Natl. Sci. Mus., Ser. B* 1982, 8(2) : 35-42, 2 pl. (Dept. Bot., Natl. Sci. Mus., Tokyo, Japan).

Diagn., descr., ill. de *Parmelia barbellata*, *P. dahlii*, *P. exuviata* et *P. sulcifera* esp. nouv. Notes pour deux autres esp. du genre.

83-488 PIKE L.H. and HALE M.E. Jr. - Three new species of *Hypogymnia* from Western North America (Lichenes : Hypogymniaceae). *Mycotaxon* 1983, 16(1) : 157-161, 1 fig. (Dept. Bot., Oregon State Univ., Corvallis OR 97331 USA).

Diagn., descr., ill. de *Hypogymnia heterophylla* Pike, *H. occidentalis* Pike et de *H. mollis* Pike et Hale. Les deux premières esp. appartiennent au groupe *H. enteromorpha*.

83-489 ROUX Cl. - Lichens observés lors de la 8° session extraordinaire de la Société Botanique du Centre-Ouest en Provence occidentale. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest* n.s. 1982, 13 : 210-228 (Lab. bot. & écol. médit., Univ. Aix Marseille, Fac. Sci. Techn. St Jérôme, F-13397 Marseille Cedex 4).

600 taxons dont 5 nouv. pour le Midi de la France et 3 pour la France. Noter les comb. nouv. : *Lecania tenera* (Nyl.) (=*Lecidea*), *Parmelia borreri* var. *subreducta* (Nyl.) (=*Parmelia s.*), *Rhizocarpon geographicum* ssp. *tinei* (Run.) (=*Lecidea t.*), *R. umbilicatum* var. *reagens* (B. de Lesd.) (=*Diplotomma calcareum* var. *r.*), *Scoliciosporum umbrinum* var. *compactum* (Koerb.) (=*S. c.*), *S. u.* var. *corticolum* (Anzi) (=*Bacidia holomelaena* var. *c.*),*Solenospora olivacea* ssp. *olbiensis* (Nyl.) (=*Lecanora o.*).

83-490 SEDELNIKOVA N.V. - Species nova lichenis generis *Placodium* (Ach.) Müll. Arg. *Nov. Sist. Nizš. Rast., Inst. Bot. Komarova, Akad. Nauk SSSR* 1982, 19 : 165-166, 1 fig., en russe.

Diagn., descr., ill. de *Placodium kuminovii* sp. nov. de Sibérie, aff. de *P. alphoplacum* (Wahlenb.) Link.

83-491 TIBELL L. - Caliciales of Costa-Rica. *Lichenologist* 1982, 14(3) : 219-254, 9 fig., 2 tabl. (Inst. Syst. Bot., Univ. Uppsala, P.O. Box 541, S-751 21 Uppsala).

Ecologie, phytogéogr., clé aux 10 genres et 26 esp. des Caliciales présents à Costa Rica. 17 esp. sont nouv. pour l'Amérique centrale. Descr. et distr. des genres et esp. accompagnées de notes sur l'ultrastructure des spores et les substances secondaires de cert. esp. Diagn., descr., ill., chimie de 5 esp. nouv. : *Calicium constrictum*, *Chaenothecopsis rubina*, *Coniocybe sanguinea*, *Schistophoron variabile* et *Tylophoron crassiusculum*. 2 comb. nouv. : *Mycocalicium albonigrum* (Nyl.) (=*Calicium*) et *Pyrgidium montellicum* (Bertr.) (=*Acolium*). Choix de lectotypes pour 4 taxons. Certains taxons des genres *Pyrgidium* et *Tylophoron* sont placés en synon. Présence d'arthothéline, de thuringione et d'ac. thiophanique chez *Calicium hyperelloides* Nyl., d'ac. lécanorique, 2'-O-méthylperlatoïque et de lichéxanthone chez *Tylophoron*. Ces 6 produits sont mis en évidence pour la 1° fois chez les Caliciales.

83-492 VÉZDA A. - Foliicole Flechten aus Zaïre (II). Zwei neue Arten der Gattung

Porsia. Folia Geobot. Phytotax. 1982, 17(4) : 387-392, 1 fig. (Bot. Inst., Tschechoslowak. Akad. Wiss., 25243 Průhonice bei Praha, Tschechoslowakei).

Diagn., descr., ill. de *P. septemsepta* et de *P. dispersa*, esp. nouv. du genre *Porsia* du Zaïre, aff. de *P. marattiae* Vezda. Clé. Prés. de ces deux esp. nouv. en République de Guinée, Afrique occidentale.

VOIR AUSSI : *83-499*.

REPARTITION, ECOLOGIE, SOCIOLOGIE

83-493 ANDREEV M.P. - De lichenibus tundrarum arcticarum in fluxu superiore fl. Tambej (paeninsula Jamal) inventis. *Nov. Sist. Nizš. Rast., Bot. Inst. Komarova, Akad. Nauk SSSR* 1982, 19 : 111-116, 1 tabl., en russe.

Liste de 88 lichens avec loc.

83-494 ANDREEV M.P., MAKAROVA I.I. - Lichenes curiosi partis asiaticae arcticae. *Nov. Sist. Nizš. Rast., Inst. Bot. Komarova, Akad. Nauk SSSR* 1982, 19 : 117-121, 3 fig., en russe.

Distr. arctique de *Sticta arctica* Degel, *Cetraria inermis* (Nyl.) Krog. et *C. nigricascens* (Nyl.) Elenk.

83-495 BREDKINA L.I. - De lichenibus Jugi Narynensis notula. *Nov. Sist. Nizš. Rast., Inst. Bot. Komarova, Akad. Nauk SSSR* 1982, 19 : 122-128, 1 fig., en russe.

Ecologie et liste de 73 taxons avec loc.

83-496 BREDKINA L.I. - Lichenes montium Tian-Schan centralis pro URSS novi. *Nov. Sist. Nizš. Rast., Inst. Bot. Komarova, Akad. Nauk SSSR* 1982, 19:128-130,en russe.

Descr., notes pour *Candelariella sprengei* (Tuck.) Zahlbr., *Caloplaca ferrugineoides* Magn. et *C. velana* DR. nouv. pour l'URSS.

83-497 DOMBROVSKAJA A.V., MAKAROVA I.I. - De speciebus generis *Stereocaulon* (Schreb.) Hoffm. in paeninsula Czukotka inventis. *Nov. Sist. Nizš. Rast., Inst. Bot. Komarova, Akad. Nauk SSSR* 1982, 19 : 144-148, 1 fig., en russe.

20 esp. de lichens avec notes et loc.

83-498 ELIX J.A. and STREIMANN H. - New lichen records for Australia. *J. Hattori Bot. Lab.* 1982, 51: 69-97 (Chemistry Dept., Fac. Sci., Austral. Natl. Univ., P. O. Box 4, Canberra, A.C.T. 2600 Australia).

Loc., distr. de 162 esp. déjà connues d'Australie, et de 51 taxons nouv. pour l'Australie.

83-499 GOLUBKOVA N.S. - Genus *Sporastatia* Massal. in URSS. *Nov. Sist. Nizš. Rast., Inst. Bot. Komarova, Akad. Nauk SSSR* 1982, 19 : 131-143, 3 fig., en russe

Distr. du genre en URSS, clé aux 4 esp. représentées en URSS : *S. polyspora* (Nyl.) Grumm. (3 var.), *S. testudinea* (Ach.) Massal. (1 f.), *S. asiatica* H. Magn. et *S. subasiatica* Golubk. Descr., notes, distr. de chaque taxon.

83-500 KASHIWADANI H. - Second locality for *Thyrea latissima* Asah. *Misc. Bryol. Lichenol.* 1982, 9(5) : 115, 1 fig., en japonais, rés. angl.

83-501 KONDRATYUK S.Ya. - Rare for the Ukrainian SSR species of lichens growing in the Kanev State Reservation. *Ukrajins'k. Bot. Žurn.* 1982, 39(6) : 65-66, en ukrainien, rés. angl. (Inst. Bot., im M.G. Kolodnogo AN URSR, Kiev, USSR).

11 lichens dont 9 nouv. pour la zone steppique de l'Ukraine.

83-502 RJABKOVA K.A. - Speciebus parmeliacearum in montibus uralensibus inventae. *Nov. Sist. Nizš. Rast., Inst. Bot. Komarova, Akad. Nauk SSSR* 1982, 19 : 149-154, en russe.

64 taxons avec loc., dont certains sont nouv. pour l'Oural.

83-503 RJABKOVA K.A. - Baeomycetaceae, Cladoniaceae, Stereocaulaceae in montibus Uralensibus inventae. *Nov. Sist. Nizš. Rast., Inst. Bot. Komarova, Akad. Nauk SSSR* 1982, 19 : 154-164, en russe.

Liste de 68 taxons dont quelques-uns sont nouv. pour l'Oural.

83-504 YOSHIMURA I. - A first record of *Cladonia verticillata* (Hoffm.) Schaer. from Japan and some notes on Japanese ladder lichens. *Misc. Bryol. Lichenol.* 1982, 9 (5) : 110-114; 2 fig., en japonais, rés. angl.

VOIR AUSSI : *83-481, 83-482, 83-483, 83-484, 83-485, 83-486, 83-487, 83-488, 83-489, 83-490, 83-491, 83-492, 83-505, 83-506.*

POLLUTION

83-505 DERUELLE S. et LALLEMANT R. - Les lichens témoins de la pollution. Paris : Vuibert. 1983, 108 p., 143 fig., 6 tabl. (Thèmes Vuibert Univ. Biol.) (Lab. Cryptogamie, Univ. P. & M. Curie, 9 quai Saint-Bernard, F-75005 Paris).

Avant d'aborder les problèmes liés à la pollution, les AA expliquent ce que sont les lichens (morphologie, anatomie, reproduction,biol. et physiol. de la symbiose lichénique, différence avec les végétaux supérieurs). A l'aide de travaux et d'études récentes, les AA exposent les effets de la pollution atmosphérique sur la répartition des lichens, et l'action des polluants (plus spécialement du SO_2) sur leur biologie. C'est un livre d'un abord simple et bien documenté.

VOIR AUSSI : *83-508.*

OUVRAGES GENERAUX

83-507 HALE M.E. Jr. - The biology of Lichens. Third Edition. London : E. Arnold. 1983, 190 p., ill. (A series of student texts in contemporary biology).

Cette 3° édition, révue et corrigée, réserve une très grande place à l'ultrastructure des lichens et à leur rôle comme indicateurs de pollution. Les progrès significatifs en physiologie de la symbiose et dans la resynthèse des lichens sont aussi abordés. L'étude est complétée par les problèmes d'identification et de taxonomie des lichens; classification. Bibliogr. (11 p.), glossaire et index.

83-508 KIFFER E., JACQUEMIN M. - Documents de travaux dirigés. Les Lichens. Nancy : Univ. Nancy I. 1982, 42 p., 11 fig. (Lab. Bot. & Microbiol., Univ. Nancy I, Centre du 2° cycle, Case officielle n° 140, F-54037 Nancy Cedex).

L'appareil végétatif des lichens, la symbiose lichénique,les composants chimiques sont exposés et ill. par des dessins clairs. La classification d'Ozenda et Clauzade et une class. "moderne" sont proposées, ainsi qu'une clé de détermination des lichens communs de Lorraine et des Vosges.

TOME DU TOME IV

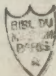
compilé par D. LAMY

Il ne figure que la première page de l'article dans lequel est cité le taxon. Les nouveautés taxonomiques sont indiquées en italiques. Les taxons cités en synonymie ou comme basionymes sont indiqués par "syn." ou "bas.". Lorsque le numéro de page est suivi d'un nom de région, le taxon est considéré comme nouveau pour celle-ci (ex. : Acaulon triquetrum, 289 Navarre).

BRYOPHYTES

LICHENS

TABLE DU TOME QUATRE



Commission paritaire 15-9-1981 N° 58611
Dépôt légal n° 11948 - Imprimerie de Montligeon
Sorti des presses le 15 janvier 1984



SOMMAIRE